GRAĐEVINAR

8
ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE
GODINA XVI KOLOVOZ 1964



RAJON ZAPRUDE ZAGREB, 3000 STANOVA — IZVODI

JUGOMONT, ZAGREB, HORVAČANSKA 11

9562

»GRAĐEVINAR«

GOD. XVI BROJ 8

SADRŽAJ

Članci

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu kliševa; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;

fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre kliševe;

popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijetanciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;

jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

 — Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod NB Zagreb 400-181-608-331

Štamparija »VJESNIK« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB
BERISLAVIĆEVA 6
Telefon 38-114
Tekući račun 400-181-608-331

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Izlazi svakog mjeseca

Godišnja pretplata iznosi

Za poduzeća i ustanove

Prvi pretplatni primjerak . .	Din	12.000
svaki daljnji primjerak . . .	„	2.500
za ostale pretplatnike . . .	„	900
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta	„	400
za inostranstvo	„	4.000
pojedini broj za poduzeća i ustanove	„	250
za ostale	„	80

»GRAĐEVINAR« ima razvijenu oglasnu službu s ovim kategorijama oglasa

1. Oglašivanje privredne djelatnosti
2. Ponuda i potražnja materijala, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije
3. Ponuda i potražnja namještenja

PRETPLATITE SE NA GRAĐEVINAR
OGLAŠAVAJTE U GRAĐEVINARU



GRAĐEVINAR

GOD. XVI KOLOVOZ 1964. Br. 8

PRODUKTIVNIJI PREFABRIKATI, MEHANIZACIJA, ALATI I HTZ ZAŠTITA

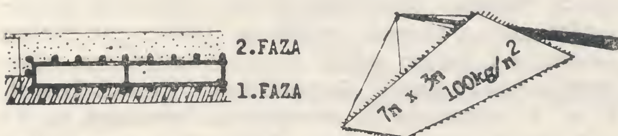
Ing. Vladimir Šilhard, Zagreb

Suvremena tehnika a također i moderno građevinarstvo napreduju posljednjih nekoliko godina ubrzanim tempom. Tvornice koje su bile ratom razorene, ne izgrađuju se ponovno za iste materijale i konstrukcije, već se zamjenjuju s industrijama od kojih dobivamo suvremenije produkte za drukčiji, tj. za brži finalniji i produktivniji tehnološki proces građenja. Neki materijali nisu po svom kemijskom sastavu bitno različiti od nekadašnjih tradicionalnih, ali su u novoj industrijskoj obradi dobili takva nova fizička svojstva u težini, gustoći, čvrstoći na vlak, tlak, savijanje, udarac, žilavost, kapilarnost, u toplinskoj izolaciji, zvučnoj apsorpciji i ujednačenosti, da možemo s punim pravom govoriti o posve novim osobinama, dakle o novim materijalima.

Ovi novi materijali daju tanje, laganije i u sigurnosti ujednačenije konstrukcije, tako da se često postigne samo polovica nekadašnjeg opterećenja cijele zgrade na temeljno tlo. Novi materijali, elementi i konstrukcije, osjetljivo smanjuju transportni teret i omogućuju mnogo brži tempo izgradnje, pružajući priliku da se gradilište shodnije mehanizira, odnosno automatizira i da nekadašnji građevinski radnik pređe u zaštićenu komandnu kabinu suvremenog građevinskog stroja. Tako je manje izložen vremenskim nepogodama i postiže veći radni efekt.

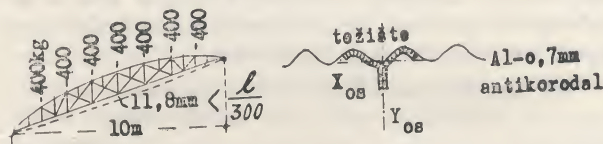
Nas ne zanima samo poznavanje tehničkih osobina određenih materijala koje upotrebljavamo u građevinarstvu za glavne i završne radove, nego nas zanimaju i karakteristična kompleksna dostignuća za određenu finalnu konstrukciju na objektu, kao i odgovarajuća najprikladnija mehanizacija, kako bismo postigli najveću produktivnost, kvalitet, ekonomičnost i zaštitu.

Već godinama poznajemo Hojer-sistem prednapregnutog betona, kao i šuplje ciglarske elemente, ali tek u novije vrijeme lagan i produktivan, duhovito sastavljen polumontažni prednapregnuti »finidal« strop (Sl. 1), izrađen u dvije faze (prva prefabricirana faza MB-350, druga faza MB-300 na gradnji).



Sl. 1: Montažni »finidal« strop, izrađen u dvije faze: na tvorničkoj pisti i finalizacija na samom objektu

Već godinama poznajemo aluminijske profile, kao i čelični i aluminijski valoviti lim, ali nas je tek konstruktor šedkrova na valjaonici u Kreuzlingenu u Švicarskoj suočio s produktivnijim rješenjem, svojstvenim za aluminijske legure, koje možemo pri 450°C u plastičnom stanju formirati tiskanjem kroz usnik (slično kao šuplju opeku), i tako formirati oblike prema potrebi momenta otpora, prema statičkim potrebama. Tako je T-profil u gornjem pojasu prilagođen valovima (tiskanjem kroz usnik, što kod čelika nije moguće, jer se on valja). (Sl. 2). Time je postignuta vanredna lakoća od samo 95 kg za cijeli 10 m dugi nosač, koji dva radnika montiraju preko običnih ljestava.



Sl. 2: Aluminijski krovni vezač (i valoviti pokrov) težine 95 kg na 10 m raspona

Poznajemo sjajnu aluminijsku 20-mikronsku foliju u koju zamatamo jestvine i čokoladu i koju netačno nazivamo »staniol«. Njezina velika reflektivnost i mala akumulacija (mala debljina) imaju svojstvo, da odbiju 85% toplih zraka na krovu; naprotiv, crni bitumen upija oko 98% toplih sunčanih zraka i zbog toga se u ljetnim danima počinje topiti, jer prelazi svoju tališnu temperaturu od oko 90°C. Al-folija konzervira bitumen od ultravioletnih zraka koje uzrokuju u njemu raspadanje (starenje). No, pri ovom poslu treba poznavati, uz samu primjenu folije, i važan alat: stalno podgrijavanu posudu (proizvod tvornice u Vrbovcu kod Zagreba), jer ako se Al-folija ne ulaže u vrlo vruć i tekući bitumen, cijeli će se posao nakon prvog većeg vjetra kompromitirati. Dakle, pri tom treba poznavati ne samo materijal, već i najbolju primjenu i alat. I to prikladan alat, koji u tehnološkom redoslijedu daje optimum topline, koji se automatski (na određenoj temperaturi) isključi, odnosno uključi.

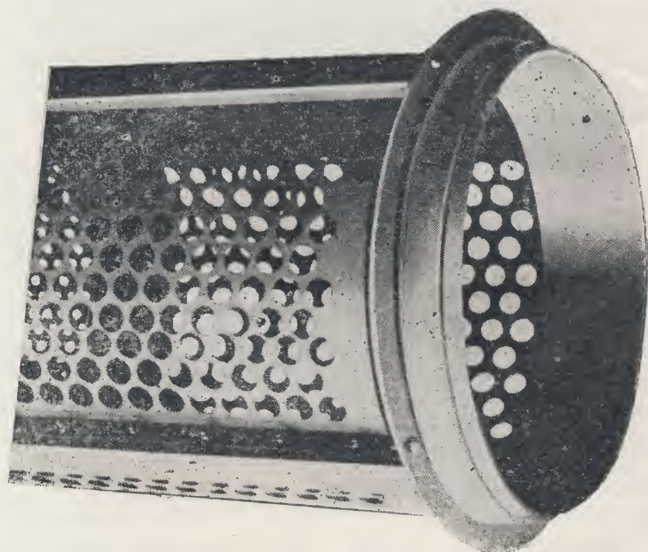
Poznajemo standardne sagove u stanovima i uredskim prostorijama, ali nam je tek suvremena ujednačena tehnika prošivanja u osnovno tkanje i

zatim solidno fiksiranje gumom protiv najsnažnijih usisavača omogućilo da ovu vrst »taftid-saga« (Tufted Carpets) ubrojimo među prvorazredne materijale za stambeno i ostalo građevinarstvo. Već od vremena ispirača zlata na rijekama je poznato da dlake zadržavaju čestice. Baš ovo svojstvo zadržavanja daje prednost sagovima, pogotovo sa sintetskim vlaknima, pred gotovo svim ostalim podovima. To je razlog da je taftid-sag danas ušao u najposjećenije robne kuće, koje imaju preko 30.000 posjeta dnevno, i gdje se želi održati potpuna čistoća, urednost, savršen izgled i najkraće moguće vrijeme čišćenja. Pored toga, sag izvrsno popravlja i akustička svojstva, naročito ona na normirani topot, pa projektirani taftid-sag omogućuje da odbacimo sve takozvane »plivajuće« konstrukcije podova.

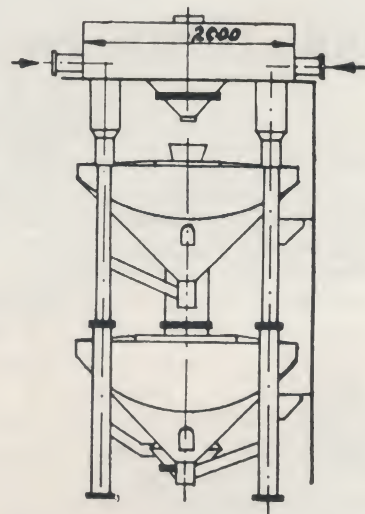
Već godinama poznajemo duro-plastične i termo-plastične materijale, ali smo tek primjenom polietilenskih cijevi (»OKI« - Zagreb) u stanju da položimo 1,5 km vodovoda kroz uski kanal što ga izreže lemeš plužnog stroja. Ovo je omogućeno jednostavnim odmotavanjem cijevnog kolotura u kanal, i zimi, jer je polietilen i zimi elastičan, za razliku od drugih plastičnih materijala, koji kod niskih temperatura postaju krhki i lomni, kao npr. PVC.

Također već godinama poznajemo jednolikozrnati beton, no tek uvođenjem specijalno konstruiranih vodom hlađenih kružnih drobilica postižemo veću produktivnost, te dobivamo maksimalni procenat jednolikozrnatog drobljenca.

Tek uvođenjem vibracionih sita, metalna je industrija uspjela stvoriti stroj daleko manje težine od rotacionog sita, a daleko većeg korisnog efekta. Dok rotaciono sito sije samo s donjim dijelom (zavisi o brzini rotacije), s $1/8$ do $1/10$ svoga opsega, a ostali se dio tog visokokvalitetnog čeličnog lima vrti beskorisno, kod vibracionog sita u produkciji sudjeluje cijela ploha. U usporedbi s produktivnošću okruglog i vibracionog sita, trebalo bi okruglo sito imati 16 do 20 m opseg, pa da postigne efekat vibracionog sita širine samo 2 m (sl. 3).

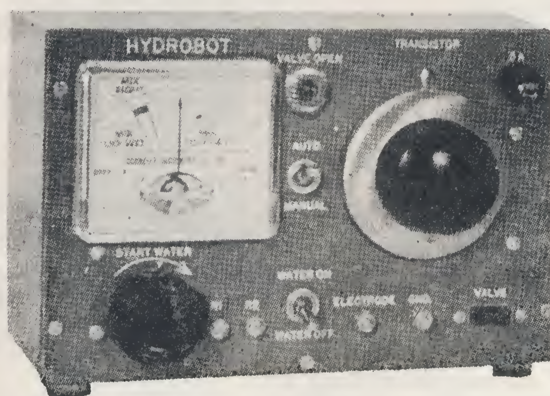


Sl. 3: Okruglo sito je nerentabilno



Sl. 4: Tek uvođenjem flotacionog granuliranja sitnih frakcija postiže se produktivnost i kvaliteta

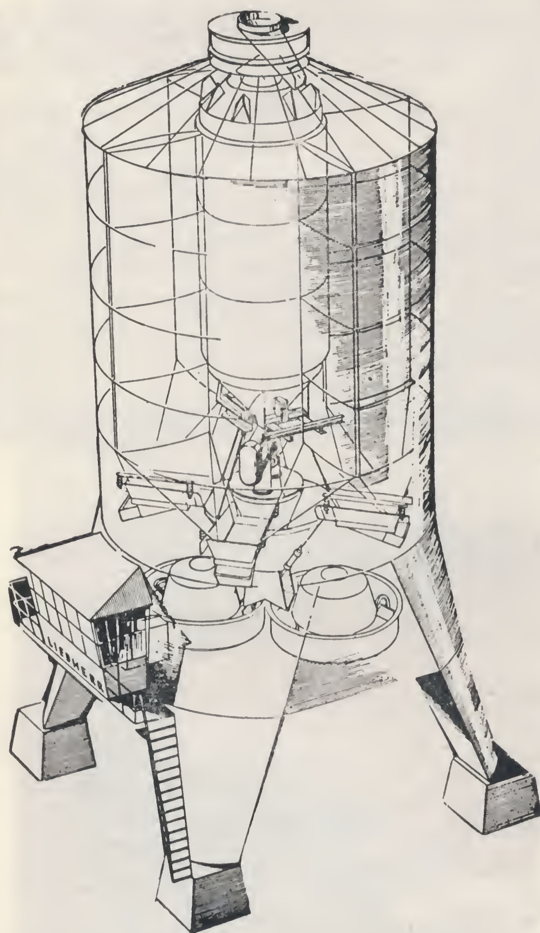
Uvođenjem vodnog flotacionog separiranja (sl. 4) stvorena je tehnički efikasna mogućnost separiranja frakcija, prema željenoj veličini. Ovo baš u području najkritičnijih frakcija, tj. za zrna ispod 3 mm. Tek prisilnim miješalicama i automatskim vaganjem agregata i cementa i doziranjem vode pomoću elektromagnetskog regulacionog uređaja (sl. 5) možemo tehnološki proces dobivanja kvalitetnih marka betona povisiti na ujednačenu stalnu kvalitetu i znatno sniziti trajanje miješanja, uštedjeti cement i postići ekonomičnost i produktivnost. U sl. 6 prikazana je automatska betonara za 10 frakcija, 3 vrsti cementa (dvije zdjelaste prisilne miješalice) s ukupnim kapacitetom od 60 m³/sat.



Sl. 5: Tek elektromagnetskim doziranjem u centralnim betonarama s prisilnim protustrujnim miješalicama postiže se brzo i kvalitetno miješanje betona

Ovakvim pogonom moguća je ušteda cementa do 30% za kvalitetne mješavine.

Tek hladno vučenim i narebranim čelikom, tačkasto zavarenim u mrežasto-križnu armaturu, povećavamo prionjivost betona za 300% i više, i povećavamo dopušteno naprezanje od 1600 na 2800 kg/cm^2 (Č-37), a rad i montažu smanjujemo za 5 puta; tako povećavamo produktivnost i organizaciju rada do najproduktivnijih granica kojima ide i ostali suvremeni svijet, naročito u stambenom građevinarstvu.



Sl. 6: Centralna betonara s elektronskim automatskim uređajem

Naša je industrija kadra proizvoditi ovakav materijal, kao što proizvodi i vučenu žicu za čavle i čeličnu užad i elektrode (Karlovac, Zadar, Konjšćina).

Uvođenjem laganih a veoma snažnih brzo hidraulički pokretljivih utovarivača bagera, od 2 m^3 sadržaja, moguće je i u zgradarstvu razviti punu produktivnost, stroj iskoristiti na svakom mjestu, bez opasnosti da će »velika« težina prouzročiti »na rubu« urušenje terena. Dakle, ne baš svaki, već efikasniji stroj treba proizvoditi, nabaviti i upotrebljavati.

Mogli bismo i dalje nizati materijale, konstrukcije i mehanizaciju, no smatramo da je ovo dosta. Treba stručno ovladati materijalima, konstrukcijama i mehanizacijom i poznavati bit tehnologije; treba znati u kojim se odnosima krećemo i što možemo postići od pojedinog materijala, konstrukcije i mehaničkog sredstva.

Primjena mnogih suvremenih materijala osniva se na dobrim i odgovarajućim tehničkim karakteristikama, a ne i na stogodišnjim iskustvima, kao što je to kod kamena, drveta, vapna i opeke, nekada jedinih građevnih materijala. Idemo ukorak s najnaprednijim narodima u svijetu, stvaramo i vlastite pronalaske, pa ne možemo čekati da netko drugi stekne iskustvo od 20 ili više godina i da tek onda i mi to primjenjujemo. Tako bismo ostali dvadeset godina iza svjetskog napretka.

Golemi napredak fizike, kemije i uopće prirodnih znanosti, koji je započeo u prošlom stoljeću i doveo do vanrednih rezultata, i u današnjem građevinarstvu moramo smiono koristiti, pomoću ispitanih tehničkih svojstava, graničnih kvaliteta i stručne tehničke logike i savjesti.

Bez sumnje, jedni će ići već utrtim stazama, a drugi će donositi nova tehnička dostignuća. Jedni će se kretati isključivo između propisa i standarda, a drugi će prema stepenu znanja i stvaralačkih emocija i veličine umnih snaga predvoditi u tehnički najsavršenijim rješenjima zadataka.

Potrebno je istaknuti i to, da svaki od nas mora provjeravati i razmišljati u čemu se nešto može još bolje i produktivnije organizirati, eventualno s manje financijskog ulaganja, ili sa više, ali uz veći efekat koristiti. Dalje, treba držati na umu činjenicu da neka industrija nije uvijek zainteresirana za nove stvari, već više »za bolju zaradu«, pa ako mi sami kao građevinski stručnjaci, inženjeri, arhitekti, tehničari i majstori, ne budemo postavljali našoj industriji nove zadatke, teško će netko drugi za nas i umjesto nas pronalaziti puteve produktivnijem projektiranju i građenju.

Postavlja se pitanje kada smo na pravom putu u nastojanjima za veću produktivnost. Na pravom smo putu, ako tehniku građenja tako usmjerimo da od ujednačenih elemenata i materijala postižemo uz povoljne i tehnički pravilne kooficijente sigurnosti, tanje, laganije i za transport i rukovanje prikladnije konstrukcije. Time isključujemo nesolidnost i rasipnost, a u masovnoj produkciji povećavamo pojeftinjenje objekta.

Na produktivnijem smo putu, ako još upornije studiramo i detalje i cjelinu, te ubrzamo građenje tehnički duhovitijim zahvatima. Možda neki detalj uopće postaje bespredmetan, jer ga zamjenjujemo novim zahvatom stroja ili novim materijalom, pa stari problem koji je prije dominirao, uopće ne dolazi u obzir. Na primjer, armirano-betonska ploča, strop od 350 kg/m^2, eliminira svaku daljnju studiju zvučne izolacije po prvoj, a tepih — pod od 8 mm kao amortizer — po drugoj akustičnoj karti, kod stambenih međuspratnih konstrukcija.

Na pravom smo putu i onda, kada se u cijeni koštanja izjednačimo s tradicionalnim načinom građenja, ali mehanizacijom tehnološkog procesa gra-

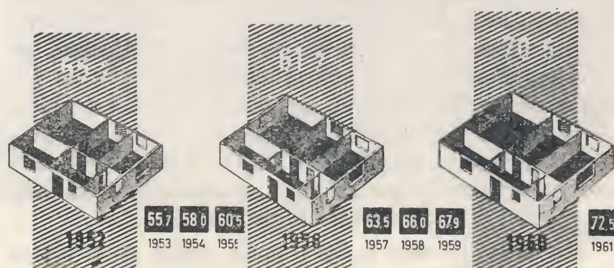
đenja omogućimo da građevinski radnik iz komandne kabine rukuje automatikom i suvremenim tehničkim sredstvima, pa tako izgrađuje objekt bez teškog fizičkog napora. Tako povećavamo životni standard, povećavamo produktivnost, te unosimo razuman i o vremenu nezavisan tempo staloženog rada. Umanjujemo davanja socijalnog osiguranja, smanjujemo profesionalne bolesti, koje radnik neminovno dobiva izložen čestom nevremenu.

Poznato je, da se čovjek koji je naučio raditi u temperiranim prostorima dobro organizirane industrije i koji je upoznao sve prednosti organiziranog rada, teško odlučuje za rad izložen nevremenu, odnosno da zahtijeva povećane doplatke za teže uslove rada i odvojenost od obitelji. Ovo traži viši standard života, pa to treba shvatiti kao ispravno društveno uređenje. Čovjek koji je naučio raditi u naprednom sistemu, ne želi da trajno radi na primitivan način, neizbježiv u patrijarhalnom građenju.

Na pravilnom smo putu i onda kada promijenimo sistem i način građenja samo zbog sigurnosti pri radu, zbog HTZ mjera, iako taj način ne predstavlja u isto vrijeme i jeftino rješenje. Neka to bude i skuplje rješenje, ali u HTZ mjerama neka bude sigurnije. Smatramo da u toj problematici treba još detaljnije isticanje prednosti kod pojedinih radova: od iskopa do završnih radova. Smatramo da projektant i konstruktor npr. svemirske rakete, koji ne predviđa i povratak živog čovjeka raketom iz svemira, nije dao pravilno ni povoljno rješenje. Mnoga su rješenja i projekti tek s toga aspekta pravilni.

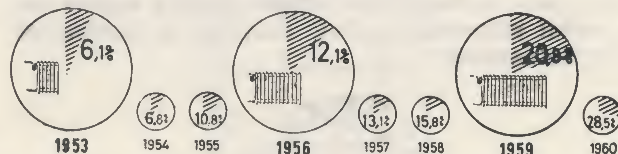
Da bi s istim financijskim sredstvima sagradili više stanova s većim kvadraturama, naprednije, ekonomičnije i produktivnije, potrebno je orijentirati se na masovnu izgradnju na jednom mikrorajonu i prihvatiti suvremeno i napredno tretiranje materijala, konstrukcija, mehanizacije i higijensko-tehničkih zaštitnih mjera.

U masovnoj izgradnji je moguća bolja oprema uz standardiziranje elemente, moguće je i povećanje kvadrature. Najskuplji elementi, instalacije u kuhinji, kupaonici i zahodu, te prozori i vrata, ne mijenjaju se kod većih kvadratura soba i stanova. Za ilustraciju donosimo podatke iz Zapadne Evrope, kako je povećanjem produktivnijeg građenja povećana kvadratura stana i povećana oprema s centralnim loženjem(što je produktivnije i u građenju i u pogonu), te s električnim i plinskim uređajima kupaonice i kuhinja, što je za današnji tempo života najprikladnije. (Sl. 7, 8).



Sl. 7: Povećanje kvadrature stana u Zap. Evropi

Buduće građevinarstvo upotrebljavat će elemente većih dimenzija, koji će biti takvi da jednim zahvatom dizalice na gradnji izvodimo maksimalnu finalnost, da jednom ugradbom izgradimo maksimum zida, stropa, pa i dijela stana. Kako se radi o kvalitetnim dizalicama i savjesnom radu, to je i montiranje ostaklenih i emajliranih prozora i vrata već kod gotovo svih sistema uobičajeno.



Sl. 8: Uvođenje centralnog i daljinskog grijanja stanova

Na slici 9 i 10 vidimo u 1962/63. godini montirano oko 1200 stanova u Zagrebu, koje je izgradio »Jugomont«. Ovo u pogledu montažnosti, produktivnosti opreme stana, odnosa bruto površine i neto površine stana, po eleganciji u obradi fasada (antikorodal-valoviti al-lim) i brzini montaže ide u najviši evropski rang.



Sl. 9: Izgradnja 1200 stanova na Borongaju u Zagrebu (Jugomont)

Ovdje treba naročito pohvaliti projektante i konstruktore koji forsiraju i daju zadatke domaćoj industriji za primjenu aluminija, plastike, sagova, sanitarija te prozorskih i vratnih okvira.

U nordijskim su zemljama klimatski uslovi već odavna forsirali brzo ili montažno građenje, pa je tendencija montiranja cijelih prostorija već odavno imala svojih pristalica (sl. 11). U Rusiji se ovaj način također naročito njeguje, pa se pojedine prostorije izvode, i do 18 tona težine, na tlu i zatim montiraju portalnom dizalicom.

I kod nas se montiraju gotovi ostakleni prozori. Prvi put se tako postupilo u Zagrebu 1958. Tada su gotovi ostakleni prozori dovezeni iz Pančeva i montirani po »Industrogradnji« na »aluminijski neboder« na Trgu Republike. Loma je bilo manje negoli pri klasičnom načinu ostaklivanja i ličenja.

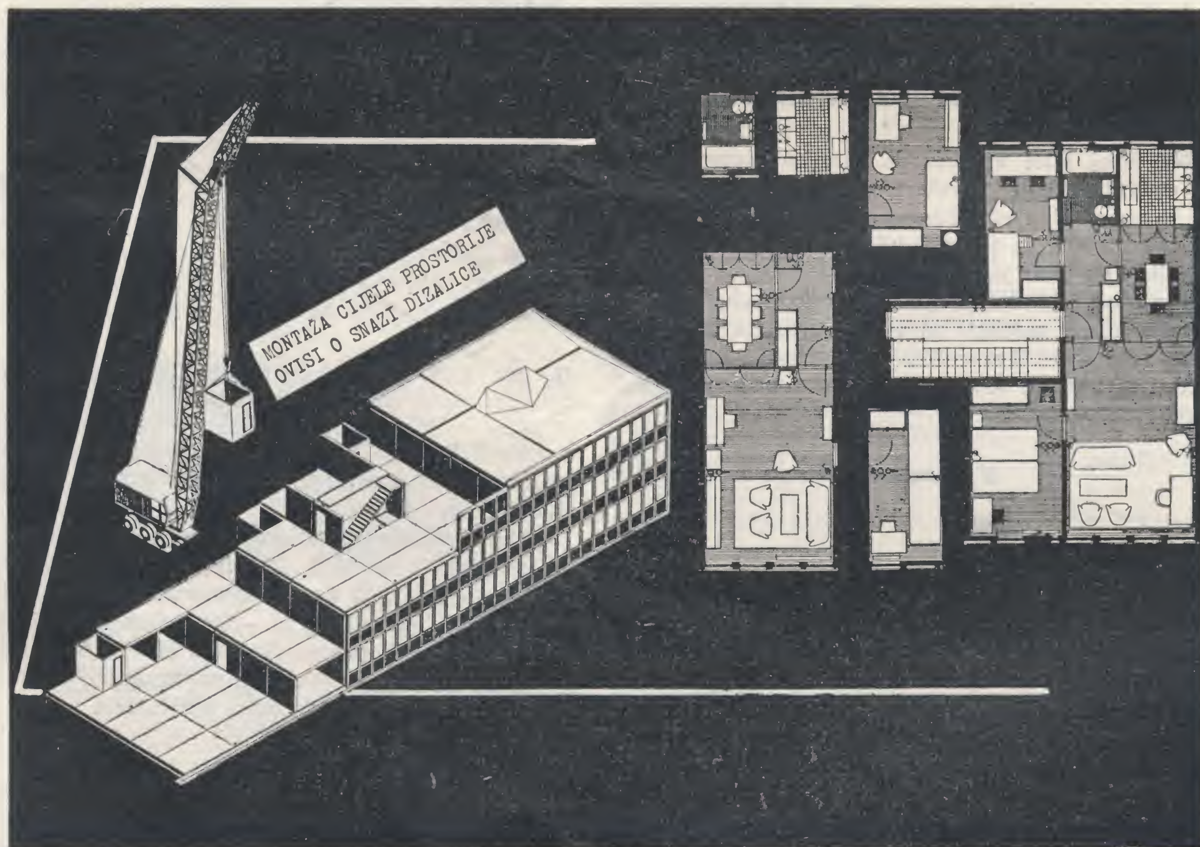
Za racionalnije građenje sobnih zidova danas raspolažemo s velikoformatnim elementima od plinobetona (Siporeks - Pula). Za jedan sat je moguće montirati u stanu cijeli razdjelni zid; u pogledu produktivnosti za sada ne raspolažemo boljim materijalom. Na sl. 12 vidimo montažu siporeks ploča za razdjelni zid, kod kojeg se ne traži posebna akustična izolacija.



Sl. 10: Jedan šestetažni objekt na Borongaju

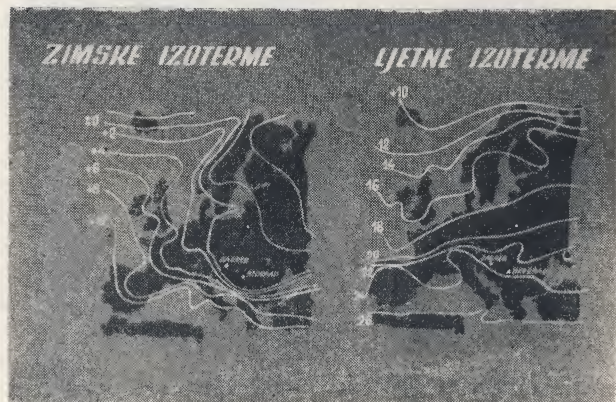


Sl. 12: Zidovi, kod kojih akustika nije bitna — od plinobetona Siporeks



Sl. 11: U Nordijskim zemljama su klimatske prilike prisiljavale već odavno da se montiraju što veći elementi i prostori

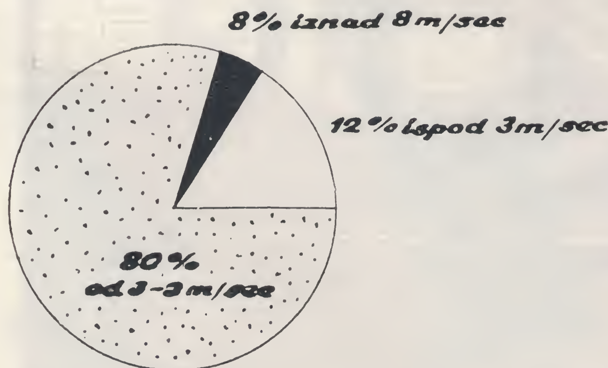
Često se postavlja pitanje, kako to da ne gradimo stambene i druge objekte s jednostaklenim prozorima, kao što to radi Engleska, Holandija i dio Zapadne Njemačke. Odgovor je jasan kada pogledamo klimatske karte. U ljeti (sl. 13) izlazi izoter-



Sl. 13: Ljetne i zimske izoterme od Gilbraltara do Islanda ruše se između Zagreba i Rijeke

ma od 24°C iz Gibraltara, pa preko Španjolske, Francuske i Italije dolazi k nama, ispod Zagreba, a iznad Rijeke kreće na jugoistok. Engleska ima u isto vrijeme ljeti u prosjeku 16°C, a Holandija i Zapadna Njemačka oko 18°C, dakle umjereniju temperaturu negoli je naša. To je naravno i razlog, da kod nas projektanti moraju predvidjeti ljetnu zaštitu prozora koji su izloženi direktno jugu, tj. toplinska zaštita zidova i prozora mora biti efikasno provedena. (Stručno uputstvo SR Hrvatske, br. 2329/57, Ing. V. Šil.).

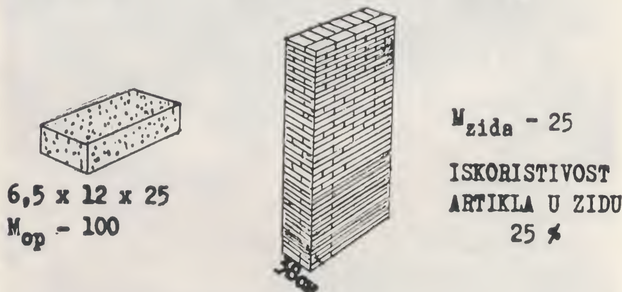
Na istoj slici vidimo da zimska izoterma od 0°C dolazi s Islanda, prelazi preko Norveške, Srednje Evrope i između Zagreba i Rijeke prelazi na Istok. To znači, da su naše klimatske prilike veoma različite i da kroz jednu godinu pređe široka lepeza izoterma od Islanda do Španije preko našeg terena, pa se moramo zaštititi od velike vrućine, kao i od velike hladnoće. Ova velika hladnoća uslovljava da u kontinentalnim krajevima naše zemlje gradimo brzomontažno.



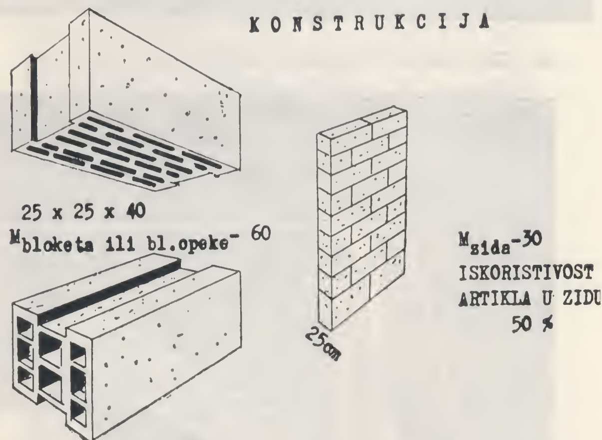
Sl. 14: Zbog široke lepeze izoterma od Gibraltara do Islanda, kod nas 300 dana u godini puše vjetar od 3m/sec na više

Pod ovakvim uslovima vrijeme se mijenja dosta brzo, pa su naši krajevi izloženi jakim vjetrovima. Zbog toga treba tehniku građenja osigurati s te strane. Ovo je naročito važno i pri građenju dimnjaka. Kod nas oko 300 dana u godini puše vjetar od 3—8 m/sek. (Sl. 14).

Ako s maloformatnom opekom (6,5×12×25 cm) marke opeke Mop-100 kg/cm² izgradimo zid u visini kata, tada će taj zid u produženom malteru imati marku zida M_z - 25 kg/cm², odnosno kod četverostruke sigurnosti, prema članu 86 PTP-7, bit će



Sl. 15: Mali format opeke, mala nosivost zida



Sl. 16: Veći format opeke ili prefabrikata, veća produktivnost

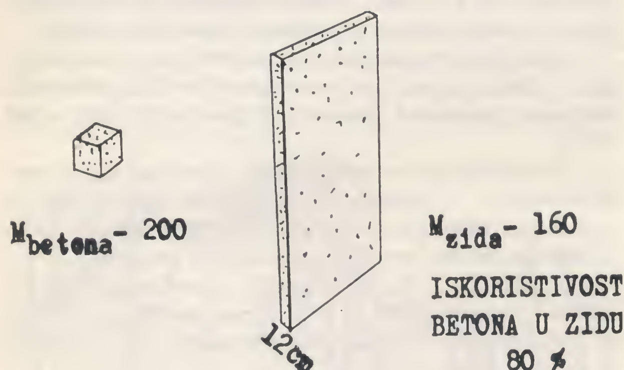
o dozv 6 kg/cm² (sl. 15). Prema tome, iskoristivost maloformatne opeke u konstrukciji zida je u tom slučaju samo 25%.

Ako, međutim, pređemo na veću dimenziju, npr. na betonski termoblok ili velikoformatnu podužno šupljju opeku, tada ćemo od marke bloketa M_{bl} ili marke blok-opeke $M_{op.\,bl.}$ - 60 kg/cm² dobiti M_{zida} - 30 kg/cm², ili, prema čl. 86 PTP-7, kod koeficijenta sigurnost 4, dozvoljeno naprezanje 7,5 kg/cm². To znači, da je iskoristivost materijala u takvom većem formatu u konstrukciji 50%, tj. dvostruka od prijašnje. (Sl. 16).

Ako umjesto zidanja pređemo na montažni pano, bit će nam iskoristivost oko 80% (Sl. 17).

Vidimo, dakle, da je iskoristivost materijala bolja što smo u konstrukciji zida uzeli veće elemente, odnosno bit će ta iskoristivost najbolja ako odemo

u cjelokatne panoe ili, što u posljednje vrijeme naročito koriste Rusi, da se izradi monolitno cijeli dio stana, kako smo to ranije istakli, do 18 tona, odnosno prema veličini i snazi dizalice (obično portalne).



Sl. 17: Pano ili cijeli prostori, najveća iskoristivost materijala u predfabrikaciji

Najveća iskoristivost materijala postiže se monolitnim betonom. Ako ga proizvodimo serijski i industrijski i dobivamo ujednačene kvalitete, tada možemo, prema tački 38, stav 8 PTP-3, uzeti koeficijent sigurnosti sa 2,5 ispitivanjem do sloma; u protivnom, ako kao indikator uzimamo marku probne kocke (seriju dimenzija 20/20/20 cm), tada koeficijent sigurnosti između dopuštenog naprezanja i marke kocke treba da je oko 4.

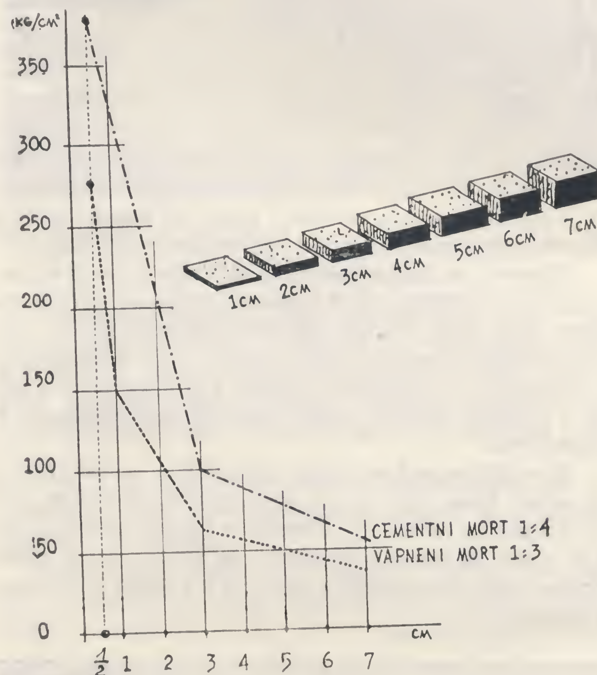
Postavlja se pitanje: gdje počinje serijska proizvodnja (industrijska proizvodnja). Ako stručno u jednom sistematskom tehnološkom procesu, u punoj mehanizaciji, pa i u automatizaciji, pripremamo beton i kasnije ga vibriramo ili previbriramo i naknadno zaštićujemo, kao i onaj element proizveden u halama, tada postoje svi razlozi da se i ovdje primjeni koeficijent sigurnosti 2,5, tako da se, kao i kod onih industrijskih produkata provede verifikacija do sloma na svakom stotom primjerku.



Sl. 18: Zid od maloformatne opeke; mučno je zidati i — nekvalitetno

Često i debele reške ruše kvalitetu marke zida. To je razlog da zid i od manje marke blok-opeke daje bolju marku zida (v. sliku). Velikoformatni materijali imaju manje tolerancije i tačniji su u vakuumiranoj izvedbi.

Na sl. 18 vidimo nejednolične reške, pa kod takvog zida ne možemo očekivati neku dobru marku, kao ni toplinsku izolaciju. Ako bi učinili pokusne reške u raznim debljinama (slika), dobili bismo vrijednosti za cementni i vapneni malter, kako to prikazuje dijagram.



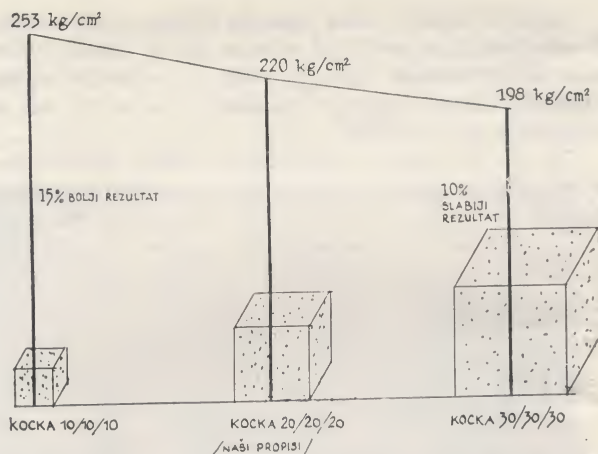
Sl. 19: Tanja reška, veća čvrstoća zida

U dijagramu sl. 19 zapažamo, da je kvaliteta maltera u debljini reške iznad 3 cm slaba, i da se tek ispod 3 cm počinje jačati. Vidimo, da je efekat reške najbolji kada njena debljina postaje tanja od jednog cm. Tada čvrstoća zida poprima čvrstoću elementa. Prema tome, ako želimo s običnim malterima dobiti kvalitetne marke zida, tada treba da su ti elementi ujednačenih dimenzija, kako bi s njima mogli izgraditi zidove pravilnih tanjih rešetki.

Okolnost, da s manjim elementom, manjom ciglom, manjim blokom itd. dobijemo pri lomljenju pojedinačnog elementa bolju vrijednost, dovela je do toga da mnogi misle da s manjim formatom opeke ili bloketa dobijemo također i bolji i čvršći zid. To je posve krivo.

Ako iz jedne konstrukcije izrežemo manji element ili ako izradimo manju probnu kocku, tada ćemo dobiti bolji rezultat pri naprezanju na pritisak negoli kod veće kocke. (Sl. 20). Zbog toga je propisano (u PTP-3) da za ispitivanje »marke betona« kocka mora biti veličine 20/20/20 cm.

Mišljenje je, da se danas suviše govori o zidovima i stropovima, a da se završni radovi i materijali i konstrukcije za završne radove premalo unapređuju. Dalje, da baš ti završni radovi zaosta-



Sl. 20: Manja kocka koju ispitujemo, veća čvrstoću

ju i da se mjesecima čeka, kada je objekt grubo dogotovljen, završetak tih obrtničkih radova.

Upravo na Jugomontovim objektima, koji se završavaju približno za 6 mjeseci, može se vidjeti da osnova za brži finalni rad leži u tome, što se već samom tehnologijom ovih glavnih radova — zidova i stropova — pripremi osnova i sve potrebno, da se i završni radovi mogu na vrijeme montirati i dogotoviti.

Završni se radovi mogu uključiti u glavne radove samo tada, ako se od maloformatnih elemenata za građenje pređe na elemente većeg formata (sl. 21). Zato je posve ispravno, da se u prvom redu počne reforma građenja sa z i d o v i m a i s t r o p o v i m a.



Sl. 21: Kostur od velikoformatnih ploha sistema Jugomont (Zagreb, »ZAPRUĐE«)

Danas se u fasadne membrane montiraju gotovi prozori; to je jedan od najvećih završnih radova.

Neki radovi nisu po financijskom pokazatelju veliki, ali pri izgradnji objekta znaju vremenski znatno zavući građenje. To su zemljani radovi, naročito u proljeće i jesen kada je kišovito. Zbog toga se danas uvode montažni temelji, tako da se na iskopanom dijelu montiraju temelji i odmah zatrpavaju materijalom koji se na drugoj strani kopa.

Time se naročito unapređuje brzina građenja, omogućuje iskop i montaža bagerom, već u prizemlju. To je od velike koristi, jer se samim bagerom u prizemlju mogu smionije prenositi i teži elementi.

Prema planu građenja, na području Hrvatske u godini 1965. od 29.000 stanova samo 26% će biti građeno na klasičan način, a ostalo na brži, racionalniji način građenja, odnosno montažni način.

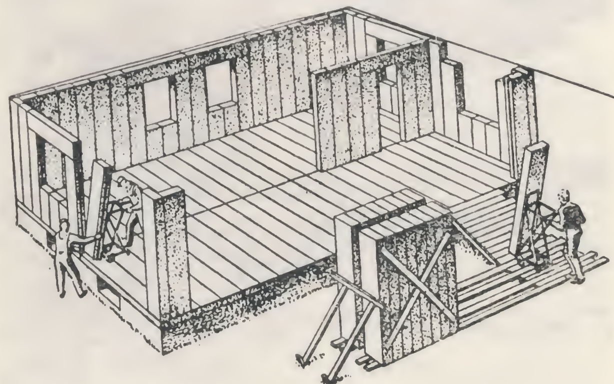
Ovaj plan se uklopio u savezni plan, kod kojega s obzirom na izvjesne tehničke teškoće nekih krajeva, procenat klasičnog građenja ostaje još 35%.

Za ispunjenje ovog plana je potrebno da se građevinarstvo i industrija koja radi materijale za novo građevinarstvo usmjere na suvremenije konstrukcije za racionalno i montažno građenje.

U knjizi »Racionalizacija građevinarstva u NRH«, Zagreb 1960, dat je odnos građenja stanova u 27 tadašnjih kotara. To preneseno na sadašnjih 9 kotara daje:

		G r a d i t	ć e	s e
Kotar	stanova	klasično	racionalno	montaž.
Bjelovar	4280	1580	2460	240
Karlovac	2180	530	1410	240
Osijek	5960	1680	3520	800
Pula	880	240	90	550
Rijeka	1900	370	900	630
Sisak	920	230	530	160
Split	3880	985	2575	320
Varaždin	2000	440	1210	350
Zagreb	7000	1525	2965	2510
S v e g a :	29000	7540 (26%)	15660 (54%)	5800 (20%)

U nazivu patrijarhalan, odnosno klasičan, smatramo onaj način građenja s teškim lokalnim materijalima, kod kojih nije ništa učinjeno da bi se povećala produktivnost. Pri tom se misli u prvom redu na visokokatnice, a ne na male individualne kuće koje se mogu izvan dosega novih industrija graditi i na patrijarhalan način. No, i kod nas treba individualne kuće graditi bar na racionalniji način, jer se velikoformatnim elementima dobiva prednost

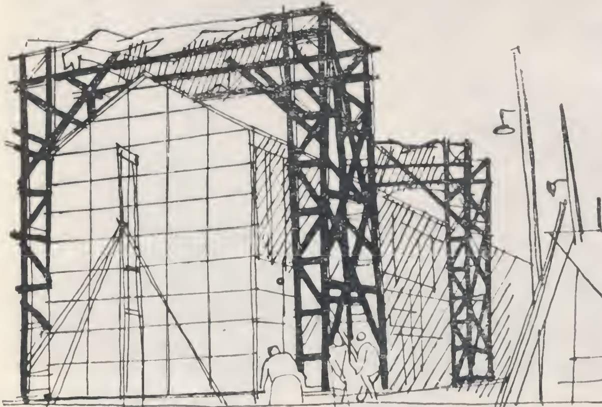


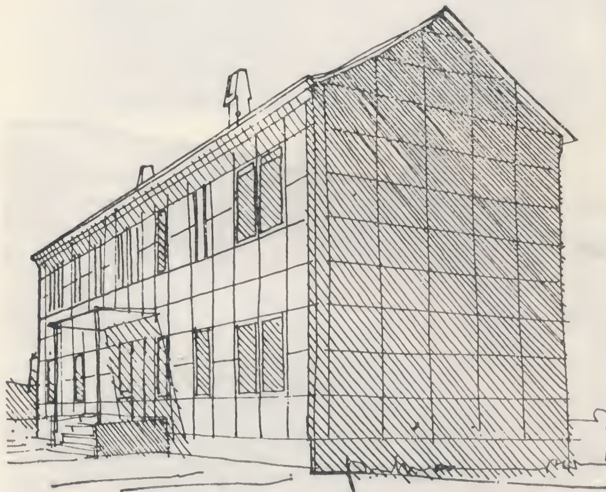
Sl. 22: Velikoformatni cjeloetažni prefabrikati (Siporeks, Pula)

u ekonomiji i brzini građenja: triput brže i dvaput jeftinije sa šupljom velikoformatnom opekom.

U nordijskim zemljama — gdje je duga zima i gdje treba graditi s još racionalnijim i većim materijalima i s još većom brzinom i najminimalnijim količinama maltera — već se desetak godina uspješno upotrebljava siporeks.

Racionalan način građenja, predviđen planom, možda je i suviše skroman. Montažni način građenja postaje s vremenom sve montažniji. Ono što je prije trideset godina bilo montažno, danas smatramo samo racionalnim. Montažno građenje ide za tim da se sve veći dijelovi objekta montiraju, ne samo stijene i stropovi, već cijeli dijelovi stana, cijele sobe, koje imaju krutost kao otvoren sanduk. Takav sanduk u Rusiji ne diže više toranjska nego teška mosna dizalica, za koju teret od 20 t nije poseban napor.





Sl. 23: God. 1950. izrađen je jednokatni objekt kod Maksimira. Montaža do useljenja trajala je samo 106 sati

U našem je planu predviđeno da se gradi toranjskim dizalicama, ali nisu isključene ni mosne dizalice. Prva montažna kuća u Zagrebu, tip M², izvedena je 1950. godine »mosnom dizalicom«, sastavljenom od drvnih jarmova i greda i koja se kretala na postolju od vagoneta, pomoću ručnih vitla (sl. 23). Bila je od podrumske ploče do useljenja gotova za 106 sati, dakle veoma produktivno.

Na sl. 24 vidimo koncertnu dvoranu u Teksasu za 10000 slušalaca, promjera 91,5 m, od aluminija debljine 3 mm, montiranu u 30 radnih dana po veoma ekonomičnoj cijeni od oko 30.000 din po m².

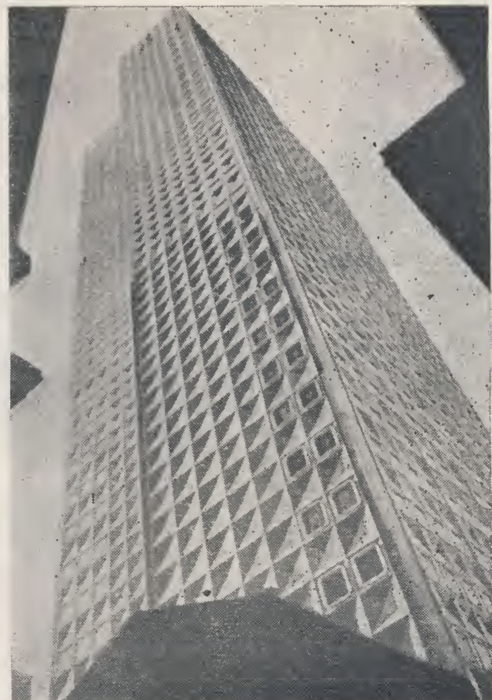


Sl. 24: Za trideset radnih dana podignuta je hala za 10.000 ljudi

Općenito možemo istaći da produktivnije građenje izlazi iz okvira dosadašnjih »patrijarhalnih« predodžaba o skelama i osiguranju, naročito protiv pada u dubinu. Bilo bi zaista nespretno kada bismo kod 30-katnica (sl. 25) išli od poda do zadnjeg kata sa skelom.

Ovdje se tražila naročita produktivnost, jer su 2 brigade po 5 ljudi finalizirale fasadu za 30 dana, i to svih 30 katova.

Kako se provodila HTZ zaštita, vidimo u sl. 26, gdje je čovjek osiguran užetom (lijevo gore) i konzolnom izbačenom cijevnom duraluminij skelom



Sl. 25: Ovih 30 katova za 30 dana bilo je zatvoreno fasadnim mebranama od aluminijskog lima



Sl. 26: Način montaže i tehničke zaštite



Sl. 28: Zaštitna mreža na jarbolima



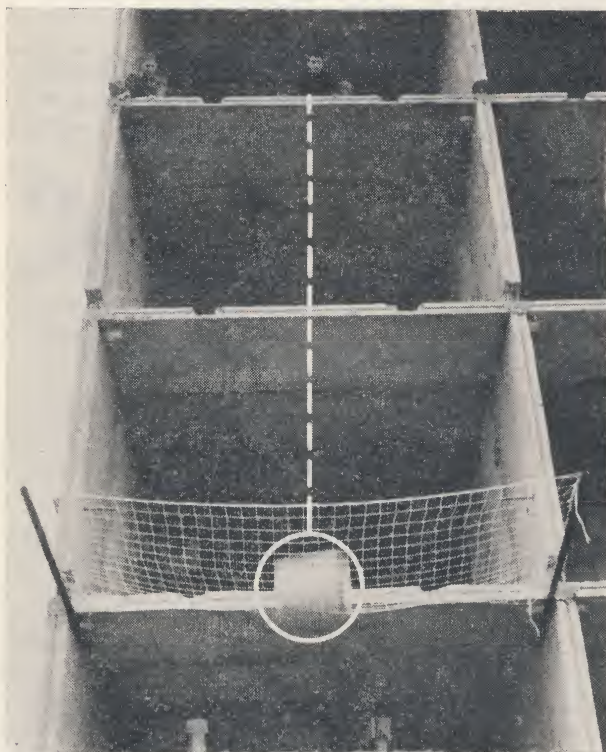
Sl. 27: Kao kod padobranaca, treba kralježnicu u padu zaštititi od loma



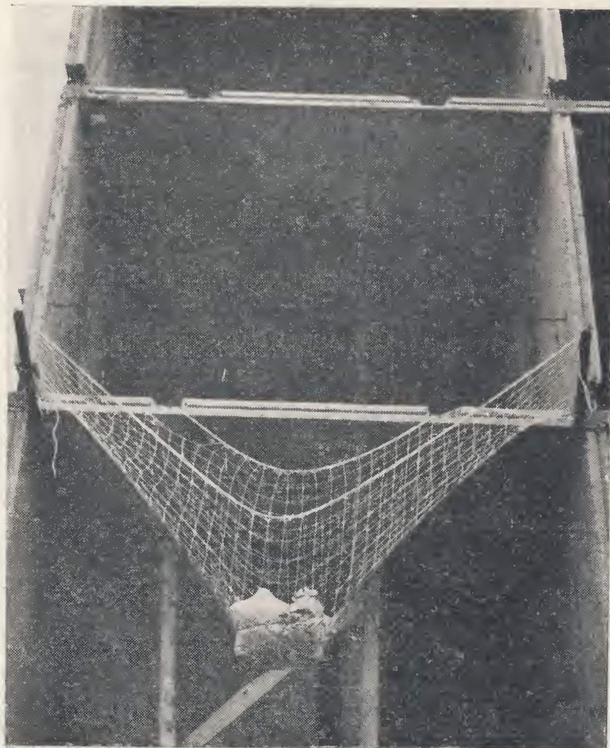
Sl. 29: Zaštitna mreža protiv pada u dubinu

(desno dolje). Kako treba da izgleda vezanje, vidi se u sl. 27 (sistem »Alpica« — Ist. Njemačka).

Međutim, nije moguće čovjeku svugdje raditi tako da se veže užetom na dulje vrijeme, jer to



Sl. 30



Sl. 30 i 31: Pokusno ubacivanje tereta u ulovnu mrežu



Sl. 32: Ulovne mreže na objektima u Francuskoj

dosadi; hrabrost vodi u neopreznost i za čas se stvori uslov za nesreću.

I u tradicionalnom je građenju moguće čovjeka zaštititi mrežom od sintetskih vlakana pri zidanju »preko ruke« (sl. 28). Ova mreža diže se uz objekt prema napretku posla, pa tako štiti čovjeka, a i alat, od pada u dubinu.

U slici 29 vidimo mrežu za osiguranje pri radu na krovnim vezačima jedne industrijske hale. Ljudi se kreću po objektu i ne mogu biti vezani užetom. Zbog toga je potrebno da u slučaju pada u dubinu budu zaštićeni lovnom mrežom.

U slici 30 i 31 prikazano je pokusno ubacivanje tereta s visine od 5,60 m, težine 90 kg. Vidimo da je teret (težina čovjeka) ostao neoštećen.

Na fasadama gdje je rad vezan s opasnostima, treba tehnološkim planom odrediti način na koji će se osigurati ljude od dubinskog pada. Pokazali smo nekoliko primjera produktivnije zaštite čovjeka, što se znatno udaljuje od dosadašnjeg shvaćanja u klasičnom građevinarstvu.

Donosimo sl. 32 — ulovnu mrežu montiranu na fasadi, kod koje je unaprijed ostavljen sistem kuka za montažu. (HTZ zaštita u Francuskoj).

Prema Zakonu o radnim odnosima (Sl. list FNRJ 53/1957, čl. 46) poduzeće treba, odnosno radnički savjet, donijeti Pravilnik po kojem će se provoditi građenje i s kojom će se HTZ opremom šef gradilišta morati služiti. Kod mnogih radova treba već i sam projektant da odredi način HTZ osiguranja. Kod nekih načina građenja, odnosno projekta, ovo neće biti posve jednostavno riješiti. Bit će od koristi da se možda i u sistemu građenja provedu neke korekture.

Cijeli niz HTZ problema nabrojanih u Pravilniku o HTZ mjerama u građevinarstvu (štampan 1947.) postaje neaktuelan, kada se današnje suvremeno jače gradilište mehanizira i pređe na pro-



Sl. 33: Zaštita šofera — krovom

duktivnije građenje. Npr. upozorenje o potkopavanju zemlje praktički otpada, jer se pri produktivnijem radu posao obavlja strojem, gdje je čovjek u zaštićenoj kabini.

Pravilnik, što ga je dužno poduzeće sastaviti, mora imati i sve HTZ mjere za rad strojevima. Strojevi treba da imaju (sl. 33) pravilnu zaštitnu kabinu za šofera, s električnim svjetiljkama, ispravno smještenim odozgo na kabini.

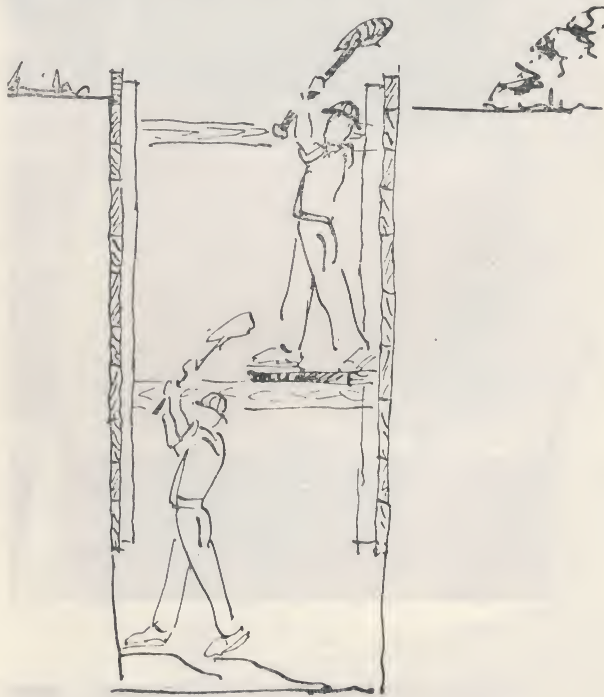


Sl. 34: U poljoprivrednom građevinarstvu olako zaštićen stroj

Na sl. 34 vidimo lakoumno opremljeni stroj, bez krovne zaštite i s jednostavnom sjedalicom, kao na motorkotaču. Takvi se strojevi često upotrebljavaju u poljoprivredi, gdje su HTZ zaštite skoro neorganizirane. Dovoljan je jedan nešto jači udarac o grumen zemlje, pa da čovjek bude izbačen iz sjedišta i da se unesreći. Slaba je isprika da je takav stroj tvornički proizvod. Istina je da tvornice grade strojeve s HTZ zaštitom važećoj za svoju zemlju, a za izvoz grade prema traženju naručioca. Isto tako svaki stroj koji izlazi na gradilište mora imati dozvolu za rad od komisije HTZ. To traži ne samo sigurnost nego i ekonomičnost i produktivnost.

Nedavno je u jednom našem većem gradu kopan jarak za vodovod, na način kako to pokazuje sl. 35. Ne samo da su prekoračeni rokovi zbog neproduktivnog rada, nego je dolazilo do urušavanja, nezgoda i sl. Uključenjem stroja, produktivnost se povećava a nezgode se praktički posve eliminiraju, u prvom redu zbog toga, što rad teče mnogo brže i što je čovjek u stroju zaštićen od nevremena, od nečistoće i od pada gromada.

Potrebno je mnogo više govoriti o HTZ mjerama nego do sada. Suvremeno produktivnije građenje rješava niz zadataka HTZ i produbljuje osjećaj



Sl. 35. Primitivan rad

za veću kvalitetu. Kod toga montažno građenje naročito odskače od dosadašnjeg tretiranja HTZ mjera u građevinarstvu.

U građevinarstvu se mora referada tehničke zaštite nalaziti u tehničkom sektoru, a ne u općem ili kadrovskom sektoru. Tehničko osoblje je na školama učilo i na ispitima ovu materiju pred komisijom polagalo. Inženjeri i tehničari se u svom poslu neprestano susreću s novom situacijom, pogotovo kod produktivnog građenja. Dok je u tvornicama raspored strojeva i ljudi isti, na montažnom se gradilištu ljudi i mehanizacija iz dana u dan mijenjaju i samo je tehnički rukovodilac u stanju znati što će biti u slijedećih nekoliko sati ili dana.

Upravo je zabrinjavajuće što u nekim građevnim poduzećima kadrovici drže HTZ referenta pod svojom »komandom«. Tako u slučaju nezgode ni oni ni njihov referent ne predstavljaju u građevinarstvu ni stručnu ni moralnu savjest.

HTZ zaštita se danas mora projektirati. Zato u tehničkom sektoru mora biti prvorazredni stručnjak kao referent, a tehnički će direktor s tim referentom raspraviti HTZ problematiku onako kao što to čini s ostalim rukovodiocima iz projektne, operativne, tehnološke i kontrolne službe.

IZ RANE POVIJESTI GRAĐEVINARSTVA

Ing. arh. Sergije Nonveiller, Zagreb

Preteče današnjih graditelja su ljudi koji su zamislili i organizirali građenje velikih građevinskih objekata u dalekoj prošlosti i prije piramida i drugih velikih objekata, čijim se ostacima danas divimo. Mnoge od ovih građevina su tako tehnički savršene i velike, da bi njihovo ostvarenje i za nas danas bio značajan građevinski i organizacioni zadatak.

Nesumnjivo je gradnja ovih objekata u to davno doba bio problem, koji je tražio masovnu upotrebu radne snage uz izvjesne organizacione pripreme, te nas to usmjerava na pretpostavku da je građevinarstvo i organizacija bilo oduvijek usko međusobno povezano, pa čak da je organizaciona misao rođena s građevinarstvom. I zaista, do nas su stigli podaci i dokazi koji govore o uskoj vezi i zavidnom stepenu razvoja građevinarstva i organizacije, još u veoma dalekoj prošlosti.

Po svemu izgleda, da su prvi graditelji, u današnjem smislu riječi, živjeli na Srednjem istoku, vjerojatno oko 4000 do 5000 godina prije naše ere, a možda i ranije. Ne zna se njihova imena, ali se znade da su oni zamislili i organizirali izgradnju uzdignutih kanala, koji su služili za navodnjavanje. Kad su se takvi kanali raširili širom tada poznatog svijeta, seljaci su bili u stanju da uzgoje više poljoprivrednih dobara, više hrane sa znatno manje truda i rada. Tako je veći broj ljudi bio oslobođen od poljoprivrednih poslova, i sakupljajući se u gradovima radili su na drugim specijaliziranim poslovima — bavili su se zanatskim djelatnostima.

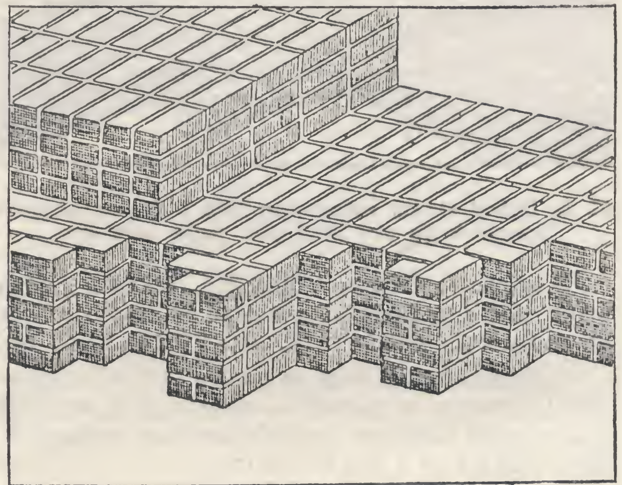
Možda su vladari, koji su vladali ovim primitivnim gradovima prošlosti, željeli šire i udobnije kuće od onih građenih od trstike i gline u kojima su živjeli. Oni su tada zadužili ljude, koji su se time bavili, da im izgrade palače. Možda su svećenici, koji su smatrali da će se bogovi uvrijediti, ako njihovi kipovi ne budu obitavali u isto tako sjajnim građevinama kao vladari, tražili da se i za njih grade veliki i veličanstveni hramovi. Da bi zaštitili imovinu bogova i vladara od pljačke, crtane su i građene vojne utvrde oko gradova, itd.

Tako je izrasla nova klasa stručnih ljudi, koji su se bavili isključivo građenjem. Ta nova klasa stručnih ljudi bila je u stanju da raspravlja s vladarima i svećenicima o crtežima, konstrukciji i organizaciji izvođenja građevinskih radova svih vrsta, od jednostavnih do najsloženijih.

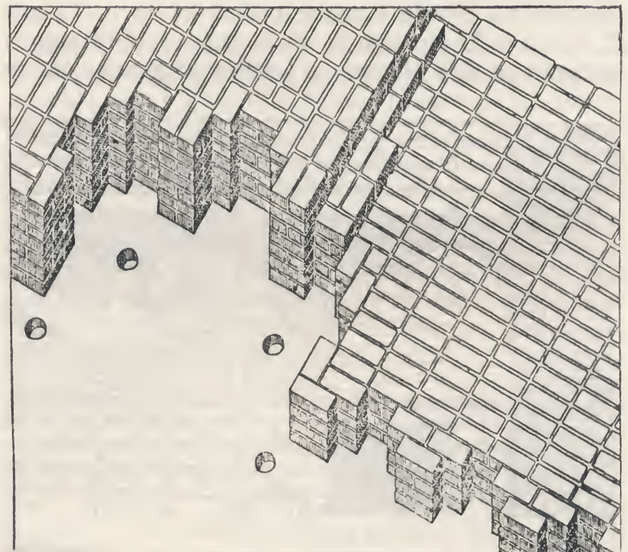
Postepeni, ali sigurni napredak građenja, tehnologije i organizacije rada, omogućili su oko 3000 godina prije naše ere visok stepen civilizacije, čija su dostignuća iz Srednjeg istoka prodrla u Indiju, Južnu Aziju i Kinu.

Dok je potpuno popločana cesta s ravnim opekama položenim u vapnenom mortu, pijesku i asfaltu, Asircima (2100—609 god. prije naše ere) izgledala izvanrednom novošću, ideja nije bila nova. Graditelji u susjednoj Mezopotamiji su naučili kako se izvodi takav rad, već nekoliko stoljeća ranije. A 2000 godina prije njih, drugi su graditelji izradili opeku za gradnju cesta.

Prve poznate opeke potječu još iz prethistorijskog doba Egipta, iz tzv. amratenskog razdoblja, čija kronologija nije tačno identificirana. Opeke su rađene od blata i sušene su na suncu. To je prvi trag jednog građevinskog materijala, koji je proizveden od čovjeka, i koji se u savršenijoj tehnologiji sačuvao do danas, i bio je jedan od glavnih materijala za građenje raširen po čitavom svijetu. S prilično sigurnosti se može tvrditi, da je prva upotreba opeke u to daleko doba ljudske historije



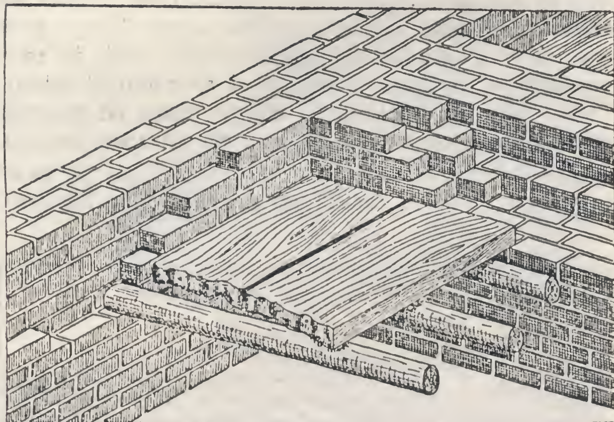
Sl. 1: Primjer zidanja opekom u starom Egiptu, oko 3000 god. prije naše ere



Sl 2: Detalj starog egipatskog zida od opeke, oko 3000 god. prije naše ere

revolucionirala i iz temelja izmijenila tadašnje građenje.

Dok su Egipćani bili na početku osnovnih saznanja tehnologije građenja u kamenu, u Mezopotamiji su već suvereno vladali gradnjom u pečenoj opeci. Ovaj stari narod je bio među prvima u graditeljstvu, od njega i okolnih kultura prihvatili su i naučili tehnologiju građenja ostali tada poznati narodi.



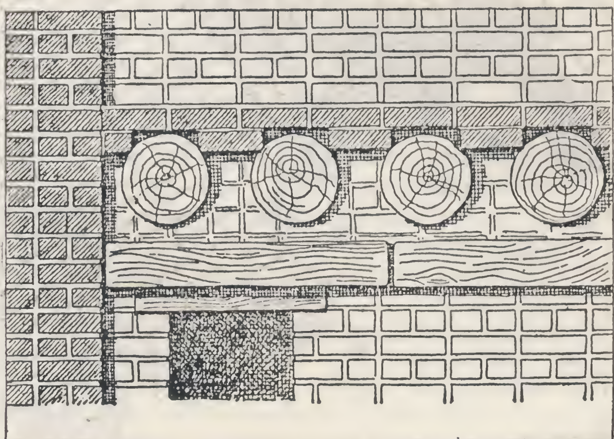
Sl. 3: Detalj starog egipatskog zida i drvene stropne konstrukcije oko 3000 god. prije naše ere

U egiptu za vrijeme I dinastije, oko 3200 godina prije naše ere, upotrebljavale su se opeke sušene na suncu ovih veličina: 24×10×5 i 23×12×7 cm.

U Mezopotamiji, koja se smatra kolijevkom građenja opekom, u razdoblju između 3500 do 2900 godine prije naše ere, upotrebljavala se opeka veličine: 20×8,5×8 i 23×9×6,5 cm.

Očito je, da su tadašnji graditelji imali jasnu predodžbu o opeci, koja se najbolje prilagođava čovjekovim radnim mogućnostima.

Nekoliko tipova konstrukcija zidova od opeka i podova od drveta i opeke prikazani su u slikama 1, 2, 3 i 4. U svakom 5. do 8. sloju debljih zidova polagao se sloj pletiva od trstike zbog poboljšanja veze i sušenja sredine zida. Ponekad su umjesto pletiva u zidove polagali i tanke štapove.



Sl. 4: Detalj starog egipatskog zida i podne konstrukcije od opeke, oko 3000 god. prije naše ere.

Jedan mezopotamski relijef iz 3000. godine prije naše ere prikazuje nekog kralja kako uručuje prvu košaru opeka za neke javne radove. Relijef podsjeća na današnje svečanosti polaganja »kamena temeljca«.

9. maja ove godine skrenut je tok Nila na gradilištu Asuanske brane u Egiptu. Skretanje Nila zbog izgradnje brane, smatramo velikim poduhvatom suvremenog građevinarstva, ali taj događaj nije ništa nova u historiji Egipta.

Približno 3200. godine prije naše ere faraon Menes, ujedinitelj gornjeg i donjeg Egipta, osnovao je glavni grad nove moćne države, koji je kasnije ušao u historiju pod imenom Memfis. Da bi izgradio ovaj grad, Menes je poduzeo opsežne građevinske radove skretanja Nila. O tome izvještava grčki historičar Herodot*):

»Menes, prvi vladar ujedinjenog Egipta, najprije je zaštitio Memfis jednim nasipom... Počinjući oko stotinjak stadija (1 stadij je stara mjera veličine oko 180 m) iznad Memfisa, on je ispunio zavoj prema jugu, isušio staro korito i odveo rijeku tako da je tekla među brdima. Ovaj zaokret Nila, koji je tekao izvan njegovog starog toka, još je brižljivo održavan od perzijanaca... (od 525. do 332. godine prije naše ere, op. pisca). Kada je na prerezanom dijelu tlo učvršćeno od spomenutog Menesa, koji je bio prvi kralj, najprije je na tom mjestu izgradio grad, koji se sada naziva Memfis i koji se nalazi na uzanom dijelu Egipta, iznad njega on je iskopao jezero prema sjevero-zapadu...« itd.

Ova izmjena toka rijeke Nila pokazuje da su egipatski graditelji pred 5200 godina već dobro odmakli u inženjerskim znanostima i organizaciji izvođenja masovnih radova.

U historiji Egipta spominje se još jedan građevinski zahvat koji se svojom veličinom uspoređuje s ovim skretanjem Nila.

Amenemhat III, jedan od faraona XII dinastije, 1991. do 1795. godine prije naše ere, izgradio je branu dugu 20 milja i tako osposobio za poljoprivredne svrhe oko 40 četvornih milja do tada močvarne zemlje. Jezero koje je na taj način stvorio postalo je rezervoar za akumulaciju nilske vode za vrijeme ljetnih poplava, koja se ispuštala za vrijeme suše i upotrebljavala za navodnjavanje.

Ovaj sistem brana i ustava bio je još u upotrebi za vrijeme Herodota koji u svojim zapisima piše: »Voda u ovoj jezero ne dotječe iz zemlje, jer je ovaj predio vanredno suh, ali se dovodi kanalom iz Nila, za 6 mjeseci teče u jezero, a za 6 mjeseci ponovno vani u Nil.«

Poznato je da su ovom gigantskom radu prethodila velika ispitivanja visine vode Nila i pripre-

*) Herodot iz Halicarnasa zvan je »otac historije« i rođen je oko 489. godine prije naše ere, u jednom od starih grčkih gradova Male Azije. Kao mladić preselio se na otok Samos, gdje je radio na putopisima, i doskora ga nalazimo na otočju Male Azije, na karavanskim putovima koji vode u Aziju, u Babilonu, Armeniji, Mediji, Asiriji, Kreti, Cipru i Egiptu, koji je proputovao do Syene. U knjizi posvećenoj muzi Euterpi opisuje Egipat i njegove znamenitosti.

me koje su bile uobičajene i prethodile svakom važnijem građevinskom pothvatu u Egiptu.

Masovnu upotrebu radne snage i razvijenu organizaciju rada tražili su radovi na kopanju spojnih kanala između Crvenog i Sredozemnog mora. Oko 2000. godine prije naše ere, faraon Sesostris dao je iskopati kanal koji je preko Pelusinskog rukava Nila vodio do Slanih jezera, koja su u to doba bila spojena s Crvenim morem. Ovaj kanal je prvi u historiji poznati preteča Sueskog kanala. Nakon hiljadu godina korištenja, ovaj plovni put je zapušten i zatrpan pustinskim pijeskom.

Herodot izvještava da je faraon Neho, 609. godine prije naše ere, pokušao ponovno uspostaviti ovaj kanal. Kanal je morao biti dovoljno širok kako bi dvije trireme (vrsta broda na vesla) mogle veslati usporedo. Bilo je predviđeno, da putovanje ovim kanalom od Crvenog do Sredozemnog mora traje svega 4 dana. Na obje strane kanala, Neho je gradio brodove u brodogradilištima koja su još postojala u vrijeme Herodota. Rad na kopanju kanala prekinut je kao posljedica jednog proročanstva koje se suprostavljalo gradnji. Navodno je na ovom radu poginulo oko 120.000 radnika koji su u njemu sudjelovali.



Sl. 5: Gradnja brodova u jednom starom egipatskom brodogradisištu, oko 2560 god. prije naše ere

521. godine prije naše ere, perzijski kralj Darije završio je kanal koji je kopao faraon Neho, i kanal je korišten dok nije zapušten i ponovno zatrpan.

Za vrijeme rimske okupacije Egipta prokopan je novi kanal od Crvenog mora do Nila, južno od Kaira. Kad je propalo istočnorimsko carstvo, 640. godine naše ere, kanal je zaboravljen i zapušten. Polovinom 7. stoljeća naše ere, kada je u Meki i Medini, svetim muslimanskim gradovima, zavladao glad, kanal je uspostavljen, da bi se morskim putem uputila pomoć ovim gradovima. Već sto godina kasnije, 767. godine kanal je hotimično zatrpan, da bi se iz političkih razloga spriječio daljnji transport pšenice ovim putem. Tek 1000 godina kasnije, predloženo je francuskom kralju Luju XIV da uspostavi zatrpani kanal. Uspostavljen je tek 1869. godine, kada su Sueskim kanalom prošli prvi brodovi.

Interesantno je napomenuti, da se na Sv. Heleni i Napoleon bavio idejom gradnje ovog spojnog kanala.



Sl. 6: Relijef na jednoj grobnici starog egipatskog kraljevstva iz 2560. god. prije naše ere (prikazuje stolare i tesare na poslu)

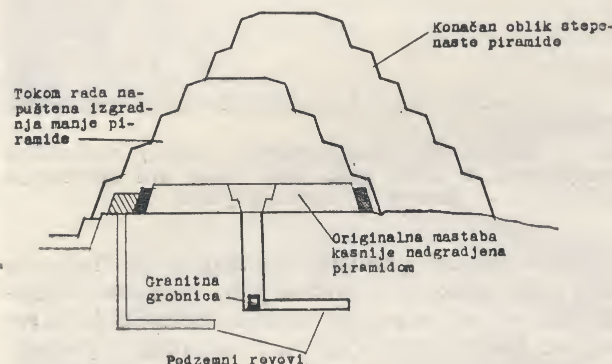
Prvi poznati graditelj na svijetu je Imhotep, koji je živio oko 3000 godina prije naše ere u Egiptu. On je bio nepoznati mladi svećenik kada je faraon Zoser uočio njegovu svestranost i genijalnost na polju nauke, građevinarstva i medicine. Uz podršku faraona Zosera, Imhotep je ostvario mnogo toga što se tada smatralo neviđenim, i kroz kratko vrijeme se popeo na najviše položaje carstva, na mjesto »velikog upravljača javnih radova čitavog Egipta«, a vremenom i do prvog čovjeka do faraona. Njegova mudrost i veliko poznavanje raznih znanosti učinili su ga besmrtnim u egipatskoj, a kasnije i svjetskoj historiji. Njegove mudre izreke postale su 1000 godina poslije njegove smrti narodno blago, a 2000 godina nakon smrti proglašen je božanstvom i u njegovu su čast izgrađeni veličanstveni hramovi u kojima je glorificiran. Od Grka je poistovjećen s Asklepiosom, bogom medicine. Na građevinskom polju on je uveo novu tehnologiju građenja, nove građevinske elemente i novi tip faraonskih grobnica, koje su postale svjetski poznate pod imenom piramide.

Umjesto tada uvriježenog zidanja opekama od blata sušenih na suncu, Imhotep je zidao s klesanim kamenom. On je, također, prekinuo tradiciju građenja niskih četvrtastih grobnica zvanih »mastabe«, izmjenivši plan gradnje druge Zoserove grobnice, dodavši jednu mastabu nad drugom, smanjivši svakoj gornjoj veličinu u odnosu na donju. Rezultat ovog načina građenja bila je prva stepenasta piramida izgrađena u historiji Egipta. Ova piramida je preteča kasnijih »pravih« piramida. Oko ove piramide, koja je građena na 6 stepena, Imhotep je izgradio niz drugih građevina, koje su bez sumnje kamene kopije nekadašnjih sličnih objekata građenih od blata. U izgradnji ovih građevina Imhotep je prvi put u historiji građevinarstva primijenio kamene stupove i potpore, čijoj se ljepoti još i danas divimo.

Tehnologija građenja i obrađivanja kamena razvijena je u kasnijim stoljećima upravo do savršenstva. Naročito zapanjuje način vađenja, obrađivanja i prenosa golemih granitnih blokova, koji su vađeni u kamenolomima kod Asuana. Znakovi ovog kiklopskog rada mogu se vidjeti još i danas. Blokovi su bili precizno odcjepljivani od litice izradom proreza, pomoću bakrenih dlijeta. U proreze

su kasnije umetali drvene klinove, koje su moćenjem bubrili i tako cijepali liticu.

I obeliske su vadili na isti način, ali je njihovom vađenju prethodilo svestrano ispitivanje litice, kopanjem uskih tunela ispod budućeg obeliska,



Sl. 7: Presjek kroz stepenastu piramidu, građenu od Imhotepa za faraona Zosera, oko 3000 god. prije naše ere. Plan ovog objekta je tri puta izmijenjen tokom građenja. Veličina baze piramide je približno 137×119 m, a visina oko 65 m

zbog ispitivanja njegove strukture i utvrđivanja eventualnih grešaka. Takav jedan odcjepljeni obelisk, i kasnije napušten zbog grešaka u kvaliteti, može se još i danas vidjeti u Asuanskom kamenolomu.



Sl. 8: Današnji izgled Zoserove piramide. Piramida je građena od malih kamenih blokova, pa izdaleka izgleda kao da je od opeke

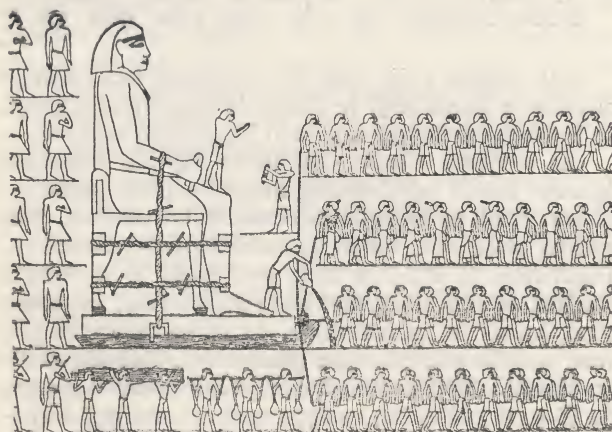
Posebno zadivljuje tačnost obrade bridova i kvalitet poliranja površina divnog crveno-crnog kamena. Postoji nekoliko pretpostavki o upotrebljavanom alatu i načinu obrade, koja bi i s današnjim sredstvima rada bila značajan zadatak.

Uporedo s vađenjem i obrađivanjem razvila se i posebna tehnika prenosa teških tereta pomoću splavi i pomoću saonica. Put ispred saonica se polijevao razmućenim muljem da bi se smanjilo trenje. Na ovaj način prevezeni su blokovi teški do više stotina tona.

Objekti, čija tehnologija i organizacija građenja veoma zanima učenjake svijeta, nesumnjivo su piramide. Najveća od njih, Keopsova, građena je oko 2700 godina prije naše ere. Baza joj je pačetvorina sa stranama koje su 230 m duge, površina baze iznosi 52900 m², dok joj visina iznosi 146,6 m. Građena je od kamenih blokova 2,5 tone težine, ali ima i pojedinih komada koji su i do 400 tona teški. Ukupno je u ovu piramidu ugrađeno 2,5 milijuna kamenih blokova, težine oko 5,75 milijuna tona; kubatura piramide iznosi 2,585 milijuna m³.



Sl. 9: Ansanski kamenolomi s tragovima rada kojeg su ostavili klesari pred nekoliko tisuća godina



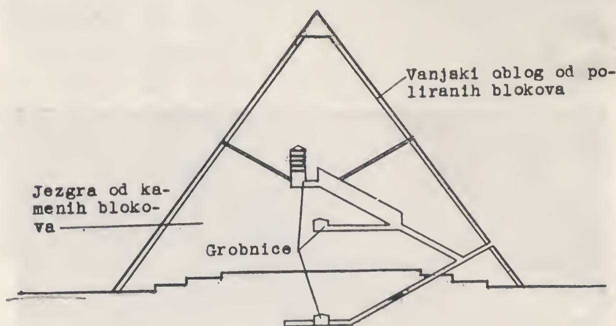
Sl. 10: Prijenos kamenog kipa od oko 60 t u starom Egiptu, oko 1800 god. prije naše ere. Kip, koji je učvršćen na drvenim saonama, vuku 172 radnika. Predradnik na kipu daje upute. Da bi se olakšalo trenje, jedan radnik polijeva put.

Nije nam poznato kako su egipatski graditelji gradili piramide. Nisu imali dizalica, koluturnika i vitla, upotrebljavali su jedino polugu, saone, valjke, konop za vuču, visak i konop za određivanje pravaca.



Sl. 11: Relijef, na zidu jedne palače u Ninive iz 660 god. prije naše ere, pokazuje, da se način prijenosa teških tereta nakon više od 1200 godina nije izmijenio. Kip vuku 4 reda od po 14 radnika, stražnji dio kipa olakšava posebna grupa radnika pomoću klina i poluge s pontona iz kojeg je kip iskrcan. Jedan od četiri nadglednika, koji stoje na samom kipu, preko trube daje upute.

Jedini podaci o gradnji koji su stigli do nas, preneseni su od Herodota, oko 450 godine prije naše ere, a vrijeme koje on opisuje je više od 2000 godina prije njega, zato njegovi podaci nisu dovoljno vjerodostojni.



Sl. 12: Presjek kroz Keopsovu piramidu. Navodno je i ova piramida tokom gradnje tri puta povećavana

Herodot se poziva na vodiča-tumača, koji mu je ispričao ono što je predajom došlo do njega. Prema kazivanju Keops je na početku svog vladanja dao zatvoriti sve hramove, a narod poslao na prisilni rad u kamenolome u brdima Arapske pustinje, na istočnoj obali Nila. Prema Herodotu, 100.000 ljudi, izmjenjujući se svaki tri mjeseca, radilo je 10 godina na vađenju kamenih blokova, njihovom prijevozu preko Nila do ruba Libijske pustinje, na istočnoj obali Nila. Prema Herodotu, kove, gradio podzemnu grobnicu i zaobilazni kanal oko piramide. Daljnjih 20 godina je narod gradio piramidu.

Herodot opisuje i tehnologiju rada:

»Piramida je građena u slojevima na tvrđavski način kako se to naziva ili prema drugima na stepenasti način. Kada je piramida bila završena u ovom obliku, podizalo se preostalo kamenje na njegovo mjesto pomoću strojeva načinjenih od kratkih drvenih greda. Prvi stroj dizao ih je od tla na vrh prve stepenice. Na ovome je bio drugi stroj koji je prihvatio kamen od njegova prispjeća i prenio ga na drugu stepenicu, odakle ga je treći stroj prenio na još više. Bilo je onoliko strojeva koliko je bilo



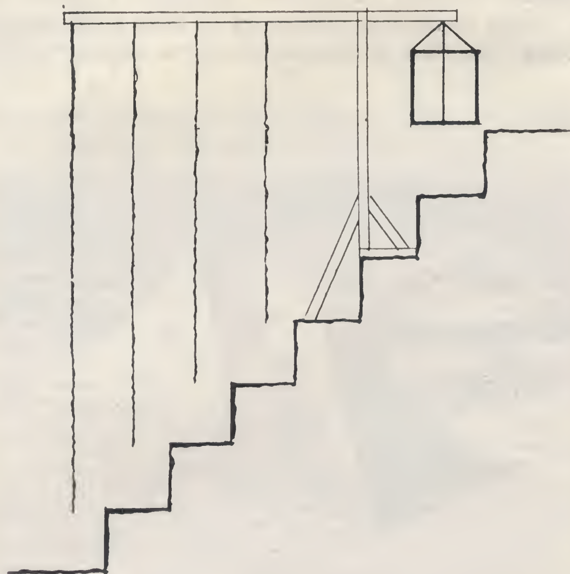
Sl. 13: Grupa piramida kod Kaira. Krajnja desno je Keopsova piramida. Na vrhu piramide, u sredini, vide se ostaci vanjskog obloga

stepenica na piramidi, ali je moguće da je bio samo jedan stroj koji se mogao lakoćom pomicati i premještao iz sloja na sloj kako se kamen dizao. Oba načina se daju i zato ih oba i spominjem. Gornji dio piramide završen je ranije, zatim srednji a na kraju dio koji je najniži i najbliži zemlji.« (Herodot II, 125).

Arheološka otkrića nisu uspjela potvrditi Herodotovo svjedočanstvo kao cjelinu. U problemu načina građenja piramida nije još rečena posljednja riječ.

Postoje opravdana mišljenja da gradnja piramida nije rezultat rada robova i potlačenog naroda,

već rezultat organiziranih plaćenih javnih radova za vrijeme poplava Nila kada egipatsko stanovništvo nije moglo raditi u poljima. Prema ovoj teoriji gradnje piramida su rezultat mudre socijalne skrbi, a ne plod hira pojedinih despota. U prilog ovoj teoriji ide i natpis na Keopsovoj piramidi, koji je bio još na mjestu u vrijeme Herodota i koji je kazivao koliko se za radnike utrošilo mrkve, luka i čišnjaka.



Sl. 14: Herodotov »stroj od kratkih drveta«, prema J. P. Laueru: Le Probleme des pyramides d'Egypte

Ni način građenja koji opisuje Herodot nije potvrđen. Dapače, svi su znaci da je piramida građena pomoću pješčane rampe građene na jednoj strani piramide po kojoj su kameni blokovi vučeni. Poznato egiptolog Petrie je na osnovu jednostavne računice dokazao da su i Herodotovi podaci o broju radnika pretjerani.

Zna se da su radnici koji su vadili kamen bili podijeljeni u skupine radnika ili družine. Svaka družina je imala svoje ime i tačno obilježavala svoje kamenje. Na kamenim blokovima piramida nađeni su slijedeći nazivi: »Družina stepenaste piramide«, »Družina lađe«, »Snažna družina«, »Izdržljiva družina«, »Družina žezla«, »Južna družina«, »Sjeverna družina«, itd.

Kod nekih piramida otkriveni su ostaci naselja koja su služila za smještaj radnika zaposlenih na izgradnji. Naselje pored Keopsove piramide ocijenjeno je za oko 4000 ljudi. Pretpostavlja se da su tu stanovali stručni radnici s izučenim pomoćnim radnicima, dok su seljaci povremeno vadili i dovlačili kamen.

Bez obzira na način na koji je piramida građena, ta je gradnja velik građevinski i organizacioni poduhvat, koji je iziskivao svjesno organiziranu i rukovođenu masovnu radnu snagu, čije organiziranje nije bio samo stručni problem organizacije proizvodnog toka već i problem transporta, smještaja, ishrane i sličnih problema koji prate sva gradilišta, i sigurno na ovakvom i sličnim objektima nisu bili malog opsega.

Veličinu Keopsove piramide pokazuju slijedeći podaci:

Po težini, u Keopsovu piramidu je ugrađeno 19 puta više materijala nego u neboder Empire State Building, koji teži oko 305.000 tona, dok Eifelov toranj teži 7000 tona.

Napoleon je na Svetoj Heleni izračunao, da bi se s kamenom triju piramida izgrađenih u Gizi — Keopsova, Kefrenova i Mikerinova — francuska kopnena granica mogla opasati zidom približno 30 cm debelim, a 3 m visokim.

S brojem radnika koje navodi Herodot, ali s današnjim suvremenim sredstvima rada, moglo bi se izgraditi 80 piramida veličine Keopsove. Od armiranog betona moglo bi se izgraditi oko 240 piramida, ali ne bi bile trajne kao Keopsova i koštale bi oko 15 milijuna dolara.

Interesantno je napomenuti da je brzina, koja bi se danas mogla postići kod gradnje piramide kao što je Keopsova, rezultat napretka tehnike koji je postignut u posljednje dvije generacije, dok bi se još pred 100 godina gradila jednako sporo i primitivno kao pred 5000 godina.

Izgradnja velikih objekata s kojima se susrećemo kroz historiju građenja je tražila solidno poznavanje problema njihovog temeljenja. Dokaz o tome nalazimo na mnogim objektima, a naročito na gradnji velike piramide Zauiet-El-Aiyon, koja je napuštena u fazi temeljenja, vjerojatno, jer je tlo na kojem je temeljena popuštalo te je postojala opasnost velikog, a možda i nejednolikog slijeganja pod teretom budućeg objekta.

Na gradnji ove piramide se jasno vidi redoslijed rada: gradnji su prethodili zamašni radovi temelje-



Sl. 15: Detalj kamene konstrukcije piramida. Na slici se jasno vidi vanjska obloga i unutarnja jezgra od velikih blokova. Vanjska obloga je na većini piramida skinuta i upotrebljena za gradnju Kaira u Srednjem vijeku

nja i izgradnja podzemne grobnice i njenih prilaza, zatim bi se iskopani jarci zasuli i tek bi tada započela gradnja unutarnje kamene strukture piramide, koja se završavala s vanjskom oblogom. Ovaj redoslijed je zadržan i kod piramida koje su temeljene na kamenu, pa su prije same gradnje u litici izbušeni prilazi i grobnica.

Kasnije, kad su Egipčani napustili pokapanje faraona u piramide, njihove su grobove kopali u hridinama u blizini Teba i u Dolini kraljeva, te u toj vrsti radova stekli veliko iskustvo i savršenstvo. O vještini u građenju podzemnih prostorija najrječitije govori poznati podzemni hram Ramsesa III Abu-Simbel u Gornjem Egiptu.



Sl. 16: Dio unutrašnjosti podzemnog hrama Abu Simbel, koji je isklesan u hridi, i koji se sada premješta na drugo mjesto, da bi se spasio od potapanja vodama novog asuanskog jezera

Egipćani nisu bili jedini narod Bliskog Istoka koji je u Starom vijeku gradnjom piramida težio k visini, vjerujući da se do bogova može doći penjanjem u visinu. Zato su asirci i babilonci u središtu svojih gradova gradili hramove s visokom kulom od opeka. Herodot ovako opisuje toranj u gradu Babilonu, za koji se pretpostavlja da je bio biblijski »babilonski toranj«:

»U sredini ograđenog prostora bila je čvrsta zidana kula $^1/_8$ milje u dužinu i širinu (oko 200 m) na kojoj je bila podignuta druga kula, a na ovoj treća i tako dalje do osme. Uspon na gornje kule je izrađen s vanjske strane oko svih kula ... Na najgornjoj kuli je velik hram ...« itd.

Do nas su stigli dokazi, da su ovi stari graditelji osim s tehnikom građenja, vladali i osnovnim saznanjima o organizaciji rada.

Babilonski kralj Hamurabi, 1728. do 1686. prije naše ere, uveo je u svoje vrijeme određenije mjere za organizaciju rada, među kojima se spominju: planiranje, kontrola proizvodnje, vođenje knjiga s priznanicama, proračunavanje potrebnog broja radnika i radnih dana, upute za početak rada i radova koji slijede, opis rada i podaci o potrebnom radnom vremenu i minimalnoj nadnici. Ovi podaci su veoma bliski suvremenim pojmovima o organizaciji rada.

Dokaz o nekadašnjoj organizaciji rada dolazi nam i preko nešto mlađe evidencije radnog učinka na gradnji kineskog zida, oko 200 godina prije naše ere. U tzv. »han štapićima« uneseni su podaci o učinku počenja cigle u ukupnim iznosima, i po čovjeku. Ovi podaci glase: »Na dan ... 4 radnika su izradila 420 opeka, a to čini ...«

Do nas su stigli dokazi, da su nekadašnji graditelji i organizatori građenja nailazili u ostvarenju svojih zadataka i na teškoće. O njima govori Knjiga kraljeva u bibliji. Za gradnju hrama i palače kralja Salamona organizirano je 30.000 drvosječa, koji su u partijama od po 10.000 ljudi sjekli drvo i pripremali kamen za gradnju u brdima Libana. Rad je bio tako organiziran, da je svaka partija provodila na radu 1 mjesec, a kod svojih kuća 2 mjeseca. Osim ove partije radnika, u radu su još sudjelovali: 70000 nosača tereta koji su kamen i drvo dovlačili do mora, odakle se brodovima prevozio u Izrael; 80000 klesara, koji su obrađivali kamen i 3300 službenika koji su nadgledali i ravnali poslom. Vjerojatno je rad ovih grupa bio organiziran u smjenama, jednako kao i grupa drvosječa. Hram koji je bio 60 kubita dug, 20 kubita širok i 30 visok, gradio se 7 godina (1 kubit je oko 45 cm), dok se palača, koja je bila veća, 100 kubita duga, 50 široka i 20 visoka, gradila 15 godina. Ovaj masovni rad je toliko opteretio narod, da je kasnije izbio ustanak. Ali i pored toga je ovaj slučaj pretjerivanja u zahtjevima zaboravljen, i doba u kojem se gradnja odvijala, nazvano je i ostalo u sjećanju kao »zlatno doba«.

Jedno od poznatih svjetskih čuda Starog vijeka, viseći vrtovi kraljice Semiramis, zasađeni su na posebno izgrađenim terasama, koje su bile podržavane od stupova. Terase su bile izolirane slojevima asfalta i platna. Tehnologija izolacije krovova, od onda do danas nije se mnogo izmijenila. Drveno vitlo je preko drvenog točka pokretalo glinene kabliće učvršćene na jednom lancu. Ovi kablići su danonoćno izvlačili vodu iz podzemlja građevine i natapali vrtove.

Danas se na mjestu gdje su se nalazili ovi vrtovi, nalazi veliki park uz jednu kraljevsku palaču.

Nabupolasar, oko 500 godina prije naše ere, otac poznatog babilonskog kralja Nabukodonosara, bio je najbolji graditelj svog doba. On je izgradio most preko Eufra u samom Babilonu, koji je stajao stoljećima i također bio smatran jednim od svjetskih

čuda. Most je imao stubove u vodnom toku Eufrata, koji su bili građeni od pečene opeke i kamena. Nosivost konstrukcija mosta bila je drvena i duga 390 metara.

Također oko 500 godine prije naše ere graditelji u hetitskom glavnom gradu Hatus, izgraditi su ono što se naziva i smatra prvom željeznicom na svijetu. Uzduž popločanih gradskih ulica, kojima su se kretale svečane religiozne povorke, bila je izrađena užljebina za vođenje točkova svetih kola s božjim kipom. Legenda kaže, da je to bilo učinjeno da se božja kola ne bi negdje zabola ili sukobila, jer se nije znalo što je sve u stanju da učini jedan bog kad je srdit.

Uporedo s gradnjom objekata unapređivana je i izgradnja gradova.

Kada je bila od kralja Nabukodonosara naređena ponovna izgradnja Babilona arhitekti, crtači i graditelji, iz čitavog tada poznatog svijeta, bili su pozvani da uzmu učešća u izgradnji. Kažu, da je završen glavni grad veoma skladno igzedao, a njegove ulice bile su nazvane imenima, kao što su: Ulica u koju neprijatelj neće nikada imati pristupa i sl.

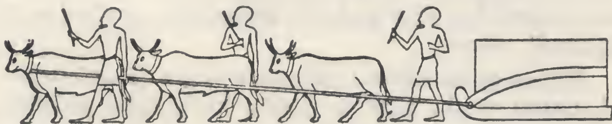
Stari graditelji na Kreti gradili su veličanstvene palače, koje su imale kanalizacione cijevi od keramike za odvodnju vode iz kupatila.

Stari grad Antiohija, današnja Aleksandreta u Turskoj, bio je prvi poznati grad na svijetu ,koji je imao javnu uličnu rasvjetu. To je bilo 350. godine naše ere.

Stari kraljevi arapskog poluotoka izgradili su prvi irigacioni nasip na svijetu, koji je bio na milje dug. Nasip, čiju je gradnju započeo legendarni šeik Lukman Ibn-Ad, snabdjevao je natapnom vodom dolinu u blizini Ma'riba, u jugoazpadnom dijelu Arapskog poluotoka. Nasip je oko hiljadu godina služio svojoj svrsi, dok ga zub vremena nije srušio.

Među velikim dostignućima starih arapskih graditelja spadaju i stambene zgrade, građene od granita i opeka do 20 spratova visine, i pomno iskopani podzemni vodovodi, zvani »kanat«, koji su vodili vodu od podnožja brežuljaka u suhe doline.

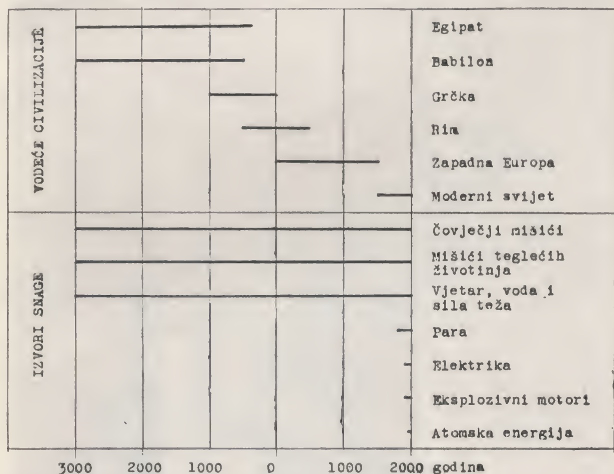
Stari arapski graditelji su znatno unapredili građenje utvrda. Jedna jednostavna, ali i efikasna novost, bila je građenje tvrđavskih ulaza u obliku slova »L«; onaj koji je ulazio kroz ovakva vrata morao se dvaput okretati pod pravim kutom i nije mogao izvana ni vidjeti ni gađati u unutrašnjost tako građenih tvrđava.



Sl. 17: 3500 godina stara slika (iz 1550 god. prije naše ere) iz jednog hrama u Memfisu, prikazuje upotrebu teglećih životinja za prijevoze u građevinarstvu. Tri fenička radnika s tri para volova prijevoze jedan teški kameni blok na drvenim saonama

Glavni izvor snage za gradnju nebrojenih građevina prošlosti, od kojih se sačuvao samo mali broj, bili su ljudski mišići i spretnost čovječjih ruku. Ovoj snazi se kasnije pridružila snaga pripitomljenih teglećih životinja, snaga vode i vjetra.

Prva praktična upotreba vjetrenjače za pogon mlinova uslijedila je u davno doba, pred nekoliko hiljada godina, također u Srednjem istoku. Ali još prije toga graditelji mlinova su upotrebljavali vodnu snagu za okretanje mlinskih točkova. U ovu svrhu su iskorištavali lađe na Tigrisu, na koje su bili ugrađeni kameni mlinovi različitih vrsta, koji su bili tjerani točkovima na koje je voda udarala odogo, i tako ih pokretala. Do 1776. godine naše ere ovo su bili jedini izvori snage s kojima se čovječanstvo služilo.



Sl. 18: Pregled vodećih civilizacija kroz vjekove i primijenjene izvore snage

Tko su ti stari graditelji koji su bili u stanju da zamisle i organiziraju ostvarenje projekata koji su premašivali snagu jednog čovjeka, projekte koji su tražili učešće stotinu, hiljada i više hiljada ljudi organiziranih i vođenih k ostvarenju zajedničkog cilja? Historija posvećuje stranice, poglavlja i čitave biblioteke vladarima, filozofima i umjetnicima; ali je veoma malo prostora posvećeno ljudima koji su izgradili objekte, koji su njima omogućili ulazak u historiju. Međutim, historija civilizacije i uspona pripada podjednako i ovoj malenoj grupi ljudi čiji je genije ležao u građenju.

Jedna od tajna uspjeha ovih starih graditelja leži u tome, što se u dalekoj prošlosti nisu trebali žuriti, a druga u prirodnoj otpornosti i održivosti materijala.

Veliki su ljudi izgradili velike države, ali one su prije ili kasnije propale. Ukusi i stilovi se mijenjaju. Tako je u umjetnosti, filozofiji i u politici. Ali kroz historiju građenja, tehnologija je s mukom, ali sigurno napredovala.

Dok su se carstva razvijala i propadala, dok su oblici vladavina lutajući kružili, znanosti razbuktale i gasile, graditelji su se polako, ali sigurno, uspinjali gradeći zidove, palače i hramove, poplo-

čavajući ulice, kopajući, petljajući i krpareći i poboljšavajući oruđe, gradili su kasnije bolje nego ranije. Mada njihova imena većinom nisu poznata, njihova djela često prelaze plejade generacija, a neki od njih izgrađeni objekti stoje još i danas, kao dokaz njihove izvanredne stručnosti, fantazije i organizacione sposobnosti.

LITERATURA:

M. A. Murray's: The splendour that was Egypt,
W. B. Emery: Archaic Egypt,
I. E. S. Edwards: The pyramids of Egypt,
Samivel: The glory of Egypt,
i dr.

ODREĐIVANJE EKONOMIČNE VISINE ARMIRANO-BETONSKIH GREDA

Ing. Ante Vukov, Split

1. Uvod

Pri dimenzioniranju konstrukcija obično se zadovoljavamo time, da provjereni naponi ostanu u granici dopuštenih. Međutim, pri izboru dimenzija smo, s jedne strane, ograničeni konstruktivnim uslovima, a, s druge strane, dopuštenim naponom. U rasponu gornjih granica najpovoljnije će biti one dimenzije kod kojih je konstrukcija najjeftinija.

Predmet ovog razmatranja bit će određivanje najekonomičnije visine kod koje će ukupna suma troškova za ugrađenu armaturu, beton i za oplatu, biti najmanja. Formule za određivanje ekonomske visine izvest će se u drugom obliku negoli ih susrećemo u literaturi i bit će ukazano na neke nove elemente, koji do sada nisu bili tretirani.

Dogodi li se da minimalni troškovi leže u području prekoračenog dopuštenog napona betona, znači, treba poboljšati kvalitet betona ili povećati visinu nosača. U izvodima uobičajeni izraz za visinu betonske grede pretvoren je u izraz:

$$h = k \frac{M}{F_a}, \text{ gdje je } k = \frac{1}{\sigma_a (1-1/s)},$$

odnosno
$$s = \frac{n}{\sigma_a/\sigma_b + n}, \quad n = \frac{E_a}{E_b}$$

Vrijednosti koeficijenta »k« (cm²/kg) date su u tabeli 1.

Tabela 1

Naponi betona (σ_b)	Naponi čelika (σ_a)		
	1400	1600	1800
30	0,000759	0,000660	0,000583
60	0,000793	0,000688	0,000606
90	0,000822	0,000710	0,000625
Prosječno	0,000800	0,000700	0,000600

Vrijednost koeficijenta »k« mijenja se u uskim granicama, pa se u izvodima može ta veličina smatrati konstantnom. U stvari, ako se uzme prosječni najniži napon u betonu 30 kg/cm² za presjek u kojem se određuje ekonomska visina, onda najveća razlika u površini armature, koja nastaje zato što je »k« uzet kao konstanta, može iznositi do 5%, a time najveća odstupanja u ekonomskoj visini do cca 2,5%.

2. Armirano-betonska ploča*

Troškovi armirano-betonske ploče sastoje se od troškova ugrađene armature, betona, te oplate. Troškovi oplate praktički se ne mijenjaju s debljinom ploče.

Ako su:

T_a — troškovi ugrađene armature
T_b — troškovi ugrađenog betona
T_o — troškovi oplate,

koji su jednaki:

$$T_a = 1{,}20 \cdot \gamma \cdot \delta \cdot k \frac{M}{h} \cdot l \cdot 1{,}0\, C_a$$

$$T_b = (a + h) \cdot l \cdot 1{,}0 \cdot C_b$$

$$T_o = 1{,}0 \cdot l \cdot C_o \quad .$$

Ovdje je:

C_a = cijena ugrađene armature po kg
C_b = cijena 1 m³ ugrađenog betona
C_o = cijena 1 m² oplate
l = dužina ploče
γ = 0,79 kg/m težina šipke čelika dužine 1 m, a površine 1 cm²
δ = koeficijent ravnomjerne raspodjele armature
k = koeficijent prema tabeli 1
1,2 = povećanje na račun razdjelne armature.

Orijentacione vrijednosti koeficijenta δ neka su:

a) ploča

slobodni nosač	= 1,00 — 1,30
upeti nosač	= 1,60 — 2,00
kontinuirani nosač	= 1,20 — 1,50
križno-armirana, slobodna .	= 0,90 — 1,20
križno-armirana, kontinuir. .	= 1,20 — 1,50

* Ing. O. Werner obradio je detaljno utjecaj vlastite težine na ekonomsku visinu ploča i greda. V. Tehnički list 23—24/1935.

b) g r e d a

slobodni nosač . . . . = 1,20 — 1,40
upeti nosač . . . . = 1,30 — 2,30
kontinuirani nosač . . . . . = 1,20 — 1,50

Statička visina kod koje će troškovi biti najniži, dobit će se tako, da se izraz za ukupne troškove derivira po h i izjednači sa ϕ.

$$\frac{d\Sigma T}{dh} = \phi = -1{,}20 \cdot \gamma \cdot \delta \cdot k \cdot \frac{M}{h^2} + C_b\text{, ili}$$

$$h_o = \sqrt{\frac{1{,}20 \cdot \gamma \cdot \delta \cdot k \cdot M \cdot C_a}{C_b}}$$

Optimalna statička visina proporcionalna je drugom korjenu iz momenta savijanja i cijene ugrađene armature, a obrnuto proporcionalna drugom korjenu iz cijene ugrađenog betona.

Kod kontinuiranih nosača najbolje je računati s maksimalnim momentom u polju. Utjecaj ostalih polja dobije se pravilnim odabiranjem koeficijenta δ. Kod kontinuiranih nosača s različitim poljima, može se tražiti ekonomska visina za svako polje posebno, a ekonomska visina nosača dobit će se kao prosječna ekonomska visina svih polja.

Primjer 1

Na armirano betonsku ploču djeluje moment savijanja 460 kgm. Treba odrediti debljinu ploče kod koje će troškovi biti najmanji.

Neka je:

$\delta = 1{,}25$
$k = 0{,}0007$
$C_a = 196$ Din/kg
$C_b = 14860$ Din/m³

$$h_o = \sqrt{\frac{1{,}20 \cdot 0{,}79 \cdot 1{,}25 \cdot 0{,}0007 \cdot 460 \cdot 196}{14860}}$$

$h_o = 7{,}1$ cm.

Na slici 1 dati su troškovi ploče kao funkcija statičke visine. Najniži troškovi iznose 2290 Din/m², kod statičke visine 7,1 cm, odnosno ploče debele 7,1 + 1,4 = 8,5 cm (troškovi oplate nisu uračunati).

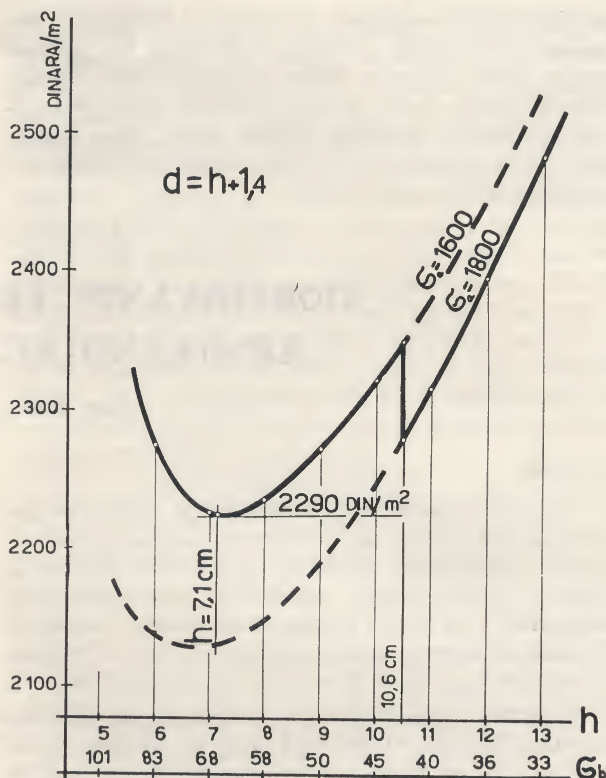
Propisi daju manje dopuštene napone za isti profil šipaka u ploči do 12 cm, negoli u ploči veće debljine. Troškovi ugrađene armature imaju stoga različite vrijednosti lijevo i desno od d = 12 cm.

Izraze li se troškovi ploče debljine 12 cm sa:

$$T_{12} = 1{,}20 \cdot \gamma \cdot \delta \cdot k_1 \cdot \frac{M}{0{,}12} \cdot C_a + 0{,}12 \cdot C_b \ldots \quad (1)$$

a troškovi ploče optimalne debljine (kod koje su troškovi minimalni):

$$T_o = 1{,}20 \cdot \gamma \cdot \delta \cdot k \frac{M}{h_o} \cdot C_a + (h_o + a) \cdot C_b \ldots \quad (2)$$



Sl. 1

gdje je:

$$h_o = \sqrt{\frac{1{,}20 \cdot \gamma \cdot \delta \cdot k \cdot M \cdot C_a}{C_b}}$$

Uvrsti li se u gornje izraze prosječne vrijednosti za:

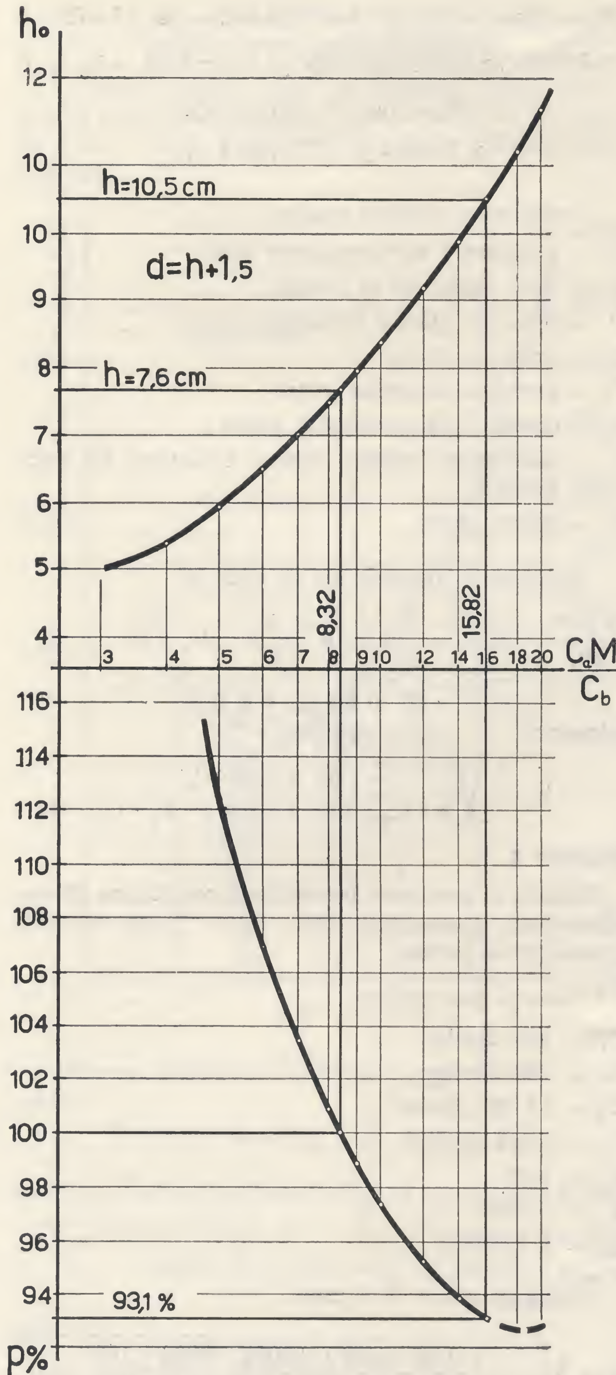
$\delta = 1{,}05$
$k = 0{,}0007$
$k_1 = 0{,}0006.$

Koeficijenti k i k_1 uzeti su uz pretpostavku, da će se za ploču upotrebiti profili do 10 mm. Za veće profile bili bi dopušteni drukčiji naponi, ali njihov odnos bi se malo promijenio. Podijelimo li izraz (1) sa (2) i pomnožimo sa 100, dolazi se do izraza:

$$p = \frac{5{,}68 \frac{M \cdot Ca}{C_b} + 120}{52{,}72 \cdot \sqrt{\frac{M \cdot Ca}{C_b}} + 15},$$

koji daje prosječne troškove ploče debele 12 cm izraženo u % troškova ploče optimalne debljine.

Kod $h_o = 7{,}6$ cm $\left(\frac{MC_a}{C_b} = 8{,}32\right)$ troškovi se takve ploče izjednačuju s troškovima ploče debele 12 cm. Ako optimalna debljina padne tik pred 12 cm, mak-



Sl. 2

simalna razlika troškova ploče optimalne debljine i ploče 12 cm iznosi cca 7%. Iz ovog se može zaključiti, da ploče debele od 9 do 12 cm su skuplje od ploča debelih 12 cm, pa takve ploče ne bi trebalo upotrebljavati.

U računu nije uvedeno povećanje momenta savijanja uslijed razlike vlastite težine. Ploča debela 12 cm uz to ima prednost nad tanjim pločama, što kod opterećenja istim momentom ima niže naprezanje u betonu.

Izjednači li se izraze (1) i (2) tako da se u izrazu (2) osnovnom momentu savijanja pribroji moment kojeg daje razlika u težini tanje i deblje ploče, te uvrste iste vrijednosti kao i prije za γ, δ, k, k_1 i uvede prosječna vrijednost $\frac{C_b}{C_a} = 60$, može se izraziti h_0 kao funkcija raspona ploče.

Tabela 2

		Raspon ploče (m)					
δ	∅	1	2	3	4	5	6
0,60	7,6	7,7	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0
0,80	7,6	7,4	7,9	8,3	8,6	8,9	9,2
1,00	7,6	7,7	8,0	8,4	8,7	9,1	9,4
1,20	6,6	7,8	8,10	8,5	8,8	9,2	9,5

Granične visine u ovoj tabeli su one, kod kojih su troškovi jednaki troškovima ploče 12 cm.

3. Križno-armirana ploča

Troškovi križno-armirane ploče sastojat će se iz troškova ugrađenog betona, armature položene u dva smjera, te oplate.

Ovi troškovi mogu se izraziti:

$$T_b = (a_x + h_x) \cdot l_x \cdot l_y \cdot C_b$$

$$T_{ax} = \gamma \cdot \delta \cdot k \frac{M_x}{h_x} \cdot l_x \cdot l_y \cdot C_a$$

$$T_{ay} = \gamma \cdot \delta \cdot k \frac{M_y}{h_y} \cdot l_x \cdot l_y \cdot C_a$$

$$T_o = l_x \cdot l_y \cdot C_o ,$$

gdje indeks x i y označava stranu ploče, odnosno smjer polaganja armature.

Statička visina, kod koje su troškovi najniži, dobit će se tako, da se izraz za ukupne troškove derivira po h i izjednači sa ∅. Izvod će se pojednostavniti, ako se uzme srednja statička visina za oba smjera armiranja:

$$\frac{d\Sigma T}{dh} = -\gamma \cdot \delta \cdot k \frac{C_a}{h^2} (M_x + M_y) + C_b = \emptyset ,$$

te odatle:

$$h_o = \sqrt{\frac{\gamma \cdot \delta \cdot k\,(M_x + M_y) \cdot C_a}{C_b}}$$

Primjer 2

Višekatni stambeni objekt u Zadru bio je predviđen da se temelji na križno-armiranoj kontraploči debljine 35 cm. Trebalo je ispitati ekonomsku opravdanost upotrebe ovako debele ploče.

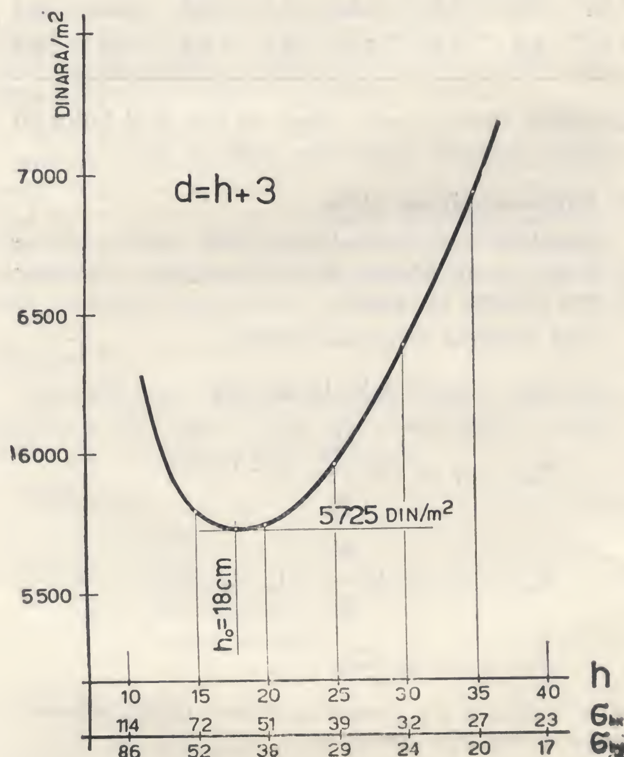
Poznate su veličine:

$M_x = 2300$ kgm
$M_y = 1330$ kgm
$\delta = 1{,}22$
$C_a = 196$ Din/kg
$C_b = 14.860$ Din/m³.

Jedinične cijene ugrađene armature i betona, dao je izvođač GP »Ivan Lavčević«, Split:

$$h_o = \sqrt{\frac{0{,}79 \cdot 1{,}22 \cdot 0{,}0007\ (2300 + 1330) \cdot 196}{14\,860}}$$

$$h_o = 18 \text{ cm}.$$



Sl. 3

Prihvaćena je debljina ploče 21 cm. Odstupanje od ekonomske visine povlači i znatno povećanje troškova. Ako bi se uzela debljina ploče 35 cm, bili bi povećani troškovi za oko 850 Din/m², odnosno 510 000 Din za čitavu temeljnu ploču.

4. Armirano-betonska greda

Širina armirano-betonske grede je često već unaprijed konstruktivno određena. Troškovi će ovdje samo varirati s visinom grede.

Najekonomičniji presjek dobit će se kad je:

$$T = T_a + T_v + T_b + T_o \text{ min}$$

gdje je:

$$T_a = \gamma \cdot \delta \cdot k \frac{M}{h} \cdot l \cdot C_a$$

$$T_v = 2n \cdot \gamma \cdot F_v\ (b+h+2D+11d - 3a) \cdot l \cdot C_v \cdot$$

Praktično se može uzeti da je $2D + 11d - 3a = \varnothing$

$$T_b = (a + h) \cdot b \cdot l \cdot C_b$$

$$T_o = [b + 2 \cdot (a+h)] \cdot l \cdot C_o.$$

Ovdje nove oznake znače:

T_v = troškovi 1 kg ugrađenih vilica
n = broj vilica po m nosača
D = promjer glavne armature
d = promjer vilice
F_v = površina presjeka vilice
C_v = cijena 1 kg ugrađenih vilica
a = udaljenost težišta vlačne armature od ruba betona
b = širina grede.

Najjeftiniji presjek bit će kad je:

$$\frac{d\Sigma T}{dh} = \varnothing = -\gamma \cdot \delta \cdot k \cdot \frac{M}{h^2} \cdot C_a + 2n \cdot \gamma \cdot F_v \cdot$$
$$\cdot C_v + b \cdot C_b + 2\,C_o,$$

odnosno:

$$h_o = \sqrt{\frac{\gamma \cdot \delta \cdot k \cdot M \cdot C_a}{b \cdot C_b + 2\,C_o + 2\,n \cdot \gamma \cdot F_v \cdot C_v}}$$

Primjer 3

Zadata je armirano betonska greda široka 40 cm, opterećena momentom 8700 kgm. Treba odrediti ekonomičnu visinu.

Neka je još zadato:

$C_a = 165$ din/kg
$C_v = 208$ din/kg
$C_b = 14\,950$ din/m³
$C_o = 2\,640$ din/m²
$\delta = 1{,}08$
$k = 0{,}0008$
$n = 5$ kom/m.

Neka su vilice $\varnothing$ 6 mm.

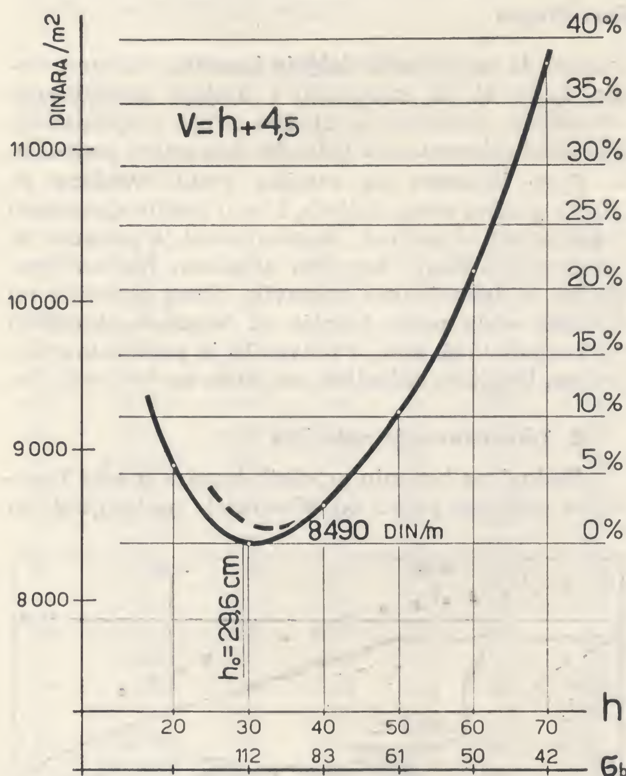
$$h_o = \sqrt{\frac{0{,}79 \cdot 1{,}08 \cdot 0{,}0008 \cdot 8700 \cdot 165}{0{,}40 \cdot 14950 + 2 \cdot 2640 + 2{,}5 \cdot 0{,}79 \cdot 0{,}28 \cdot 208}}$$

$h_o = 29{,}6$ cm, ili
$v = 29{,}6 + 4{,}4 = 34$ cm.

Na slici 4 dati su stvarni troškovi (računajući s odgovarajućim promjenljivim koeficijentom k) crtkanom linijom, a puna linija označava troškove dobivene uzimajući k = 0,0008 kao konstantu. Zanimljivo je, da se netačnost, koja je učinjena uzimajući koeficijent k kao konstantu, očituje u tome, što je minimum stvarnih troškova pomaknut u desno od teoretskog, tako da stvarni minimum leži kod h = 33 cm.

5. Nadvoj, kombinacija nosive armirano-betonske grede s nenosivim nadzidom

U ovom slučaju, kad se mijenja visina nosive grede, mora se mijenjati i visina nadzida, ali tako, da njihov zbroj bude uvijek jednak zadatoj visini nadvoja.



Sl. 4

Ukupne troškove možemo izraziti slično kao i prije:

$$T = T_a + T_v + T_b + T_o + T_n + T_{on},$$

gdje T_a, T_v, T_b, T_o, znače isto kao i prije kod grede.

$T_n = [H - (h + a)] \cdot b \cdot 1 \cdot C_n$ ... troškovi nadzida

$T_{on} = 2 \cdot [H - (h + a)] \cdot 1 \cdot C_{on}$ ... troškovi oplate nadzida,

gdje je:

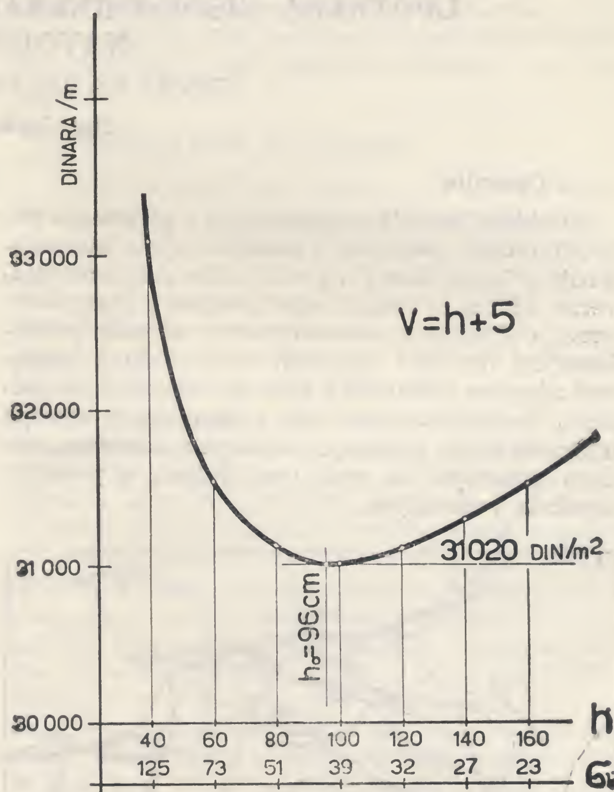
C_n = troškovi izradbe 1 m^3 nadzida

C_{on} = troškovi 1 m^2 oplate nadzida.

Uvrštavajući ove vrijednosti u izraz za sumu troškova, dobit će se slično kao i prije:

$$\frac{d \Sigma T}{dh} = 0 = -\gamma \cdot \delta \cdot k \frac{M}{h^2} \cdot C_a + 2n \cdot \gamma \cdot F_v \cdot C_v + b \cdot C_b + 2\, C_o - b \cdot C_n - 2\, C_{on},$$

$$h_o = \sqrt{\frac{\gamma \cdot \delta \cdot k \cdot M \cdot C_a}{b\,(C_b - C_n) + 2\,(C_o - C_{on}) + 2n \cdot \gamma \cdot F_v \cdot C_v}}$$



Sl. 5

Na slici 5 su dati troškovi nadvoja kao funkcije statičke visine.

6. Zaključak

Pregledom primjera može se vidjeti, da razlike u troškovima mogu biti znatne kod uobičajnih i ekonomičnih visina armirano-betonskih nosača. U primjeru 3, kada bi uzeli dimenzije grede 40/60 cm, ova bi greda bila skuplja od ekonomične čak za 20%. Kod greda ne treba težiti tome, da visina bude čim veća, da se »uštedi« na željezu. Visoke cijene ugrađenog betona i oplate u odnosu na ugrađeno željezo — traže niske nosače.

U posljednjih nekoliko godina odnos cijena ugrađenog betona i željeza kretao se u širokim granicama. Taj je odnos prvenstveno zavisio o mjestu gradnje i transportnim troškovima, i ima tendenciju stalnog porasta; taj se prosjek može uzeti oko 60 $\left(\frac{C_b}{C_a} = 60 \right)$.

S naših i inostranih gradilišta

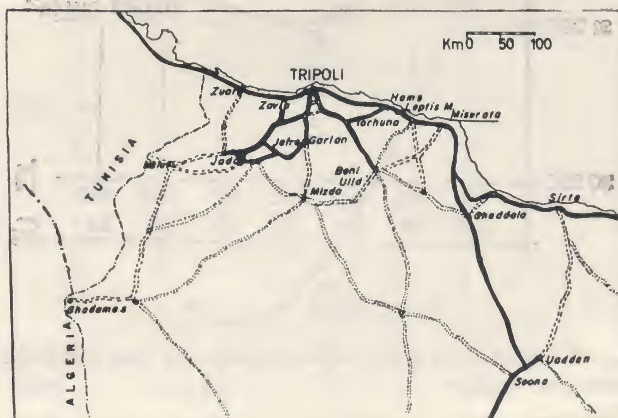
UPOTREBA VISOKOMINERALIZIRANE VODE ZA POTREBE NAVODNJAVANJA

(OSVRT NA JEDAN PRIMJER U LIBIJI)

Ing. Zorko Kos, Tripoli

1. Općenito

Problem razvoja poljoprivrede i proširenja poljoprivrednih površina, a naročito njene intenzifikacije u Libiji, kao i u gotovo svim zemljama Sjeverne Afrike je veoma usko povezan s problemom razvoja sistema za navodnjavanje, odnosno pronalaženjem izvorišta natapnih voda. Uslijed potpunog odsustva padavina u ljetnom vegetacionom periodu (svibanj—rujan), kao i ograničenih oborina u zimsko doba, ratarenje u suho je neminovno, svedeno uglavnom na mali broj kultura s pretežno zimskom vegetacijom.



Sl. 1

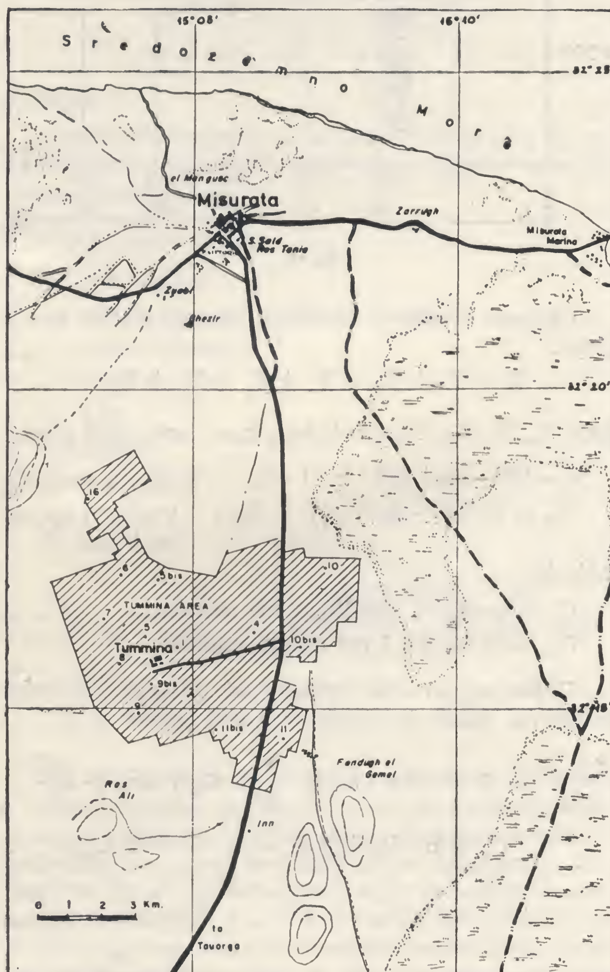
Sjeverni dio Tripolitanije (Zapadna provincija Libije) zauzima veoma prostranu ravnicu nazvanu Gefara, koja je uglavnom dobro poljoprivredno tlo. Od oko milijun hektara ove zone obrađuje se svega uski obalni pojas, zahvaljujući prisustvu plitkih vodonosnih horizonata dovoljne izdašnosti i dobrog kvaliteta. To je omogućilo intenzivnu obradu nekoliko desetina hiljada hektara ove ravnice i proizvodnju najraznovrsnijih kultura. Širina obalnog pojasa na kome postoje bogata nalazišta podzemne vode uveliko varira i dostiže najviše 40 km. Općenito se može primjetiti, da kvalitet vode opada a dubina se povećava s porastom udaljenosti mjesta od morske obale. Maksimalna dubina iz koje se voda crpi za potrebe natapanja iznosi za sada oko 100 m.

Razvoj navodnjavanja upotrebom plitkih, uglavnom slatkih, vodonosnih horizonata već je odavno dostigao svoju gornju prirodnu granicu eksploatacije. U nekim zonama, gdje je u predratno doba razvoj natapanja bio snažnije potaknut, primjećeno je osjetno sniženje nivoa podzemne vode (do 15 m kroz 30 godina), pa su već tada obavljani ozbiljni napori da se pronađu daljnja izvorišta natapne vode, kako bi se omogućilo i daljnje proširivanje obradivih površina, a ujedno svela eksploatacija plitkih horizonata na prirodni kapacitet područja.

Prve bušotine na artešku vodu izvedene su 30-tih godina ovog stoljeća, i to u nekim sjevernim i centralnih oblastima. Eksperimenat je pokazao da podzemlje obiluje bogatim arteškim horizontima, pa su se istraživanja nastavila. Prva bušotina na arteškiu vodu nešto južnije od Misurate dovršena je krajem 1936. god., i potvrdila je pretpostavku o veoma bogatom nalazištu ove vode na tom sektoru.

2. Iskorištavanje nalazišta

Radovi na bušenju arteških bunara u selu Tummina (14 km južno od Misurate) nastavljeni su



Sl. 2

ubrzanim tempom, pa je već tokom 1937. izvedeno 14 od ukupno 16 koliko ih danas postoji. Ovi su bunari locirani na novoosvojenim površinama od oko 5000 hektara i omogućili su izgradnju 370 seoskih imanja neto površine od po 10 hektara. U široj okolici Misurate do danas je izbušeno ukupno 29 arteških bunara. U tabeli su prikazane najvažnije karakteristike nekih od tih bunara.

TABELARNI PREGLED
najvažnijih podataka arteških bunara u području Tummina

Bunar	Dubina u m: vodonosnost horizonta	Dubina u m: bunara	Promjer bušotine mm	Temperat. vode	Izdašnost m³/sat	Broj imanja koje snabdjeva
1	353	405	254	34	190	33
2	336	410	254	34	300	30
3	413	482	216	32	350	34
4	399	406	229	36	350	34
5	376/580	582	254	36	90	19
5a	338	352	254	37	150	18
6	550/596	622	254	44	250	23
7	350	365	254	35	210	20
8	367/601	602	254	40	200	21
9	361	374	254	34	180	19
9a	560/580	585	254	40	100	17
10	razne	703	254	45	250	27
10a	419	456	229	38	110	15
11	407/674	738	254	38	250	23
11a	236/365	575	254	34	130	21
16	583/601	602	254	44	150	16

Kao što se vidi, dubina pojavljivanja eksploatabilnih vodnih horizonata znatno varira od mjesta do mjesta, ali se općenito može zaključiti da postoje dva bogata sloja, i to na dubini 330—360 m i na 550—600 m. Po pravilu, prvi sloj ima kvalitetniju vodu, ali je zato drugi sloj mnogo izdašniji. Analogno tome i dubina bušotina je različita, te se kreće od minimum 350 do maksimum 730 m.

Zbog predostrožnosti, da se nalazište ne bi suviše opteretilo, prve bušotine su locirane tako, da je najmanji razmak bunara u smjeru okomitom na tok vode 2 km, a u smjeru paralelnom toku (sjever—jug) oko 4 km. Kasnije je to pravilo donekle izmijenjeno tako, što je minimalan razmak smanjen na 1 km. Prve bušotine zacjevljene Mannessmann cijevima od 10" imale su izdašnost od oko 100 l/sec i prosječan pritisak na površini terena od 1—1,5 atmosfere. Na temelju tih podataka sačinjen je plan za eksploataciju, ali se kasnije morao revidirati, jer su slijedeće bušotine imale znatno manju izdašnost (40—70 l/sec). Još uvijek nije pouzdano utvrđeno porijeklo ove vode, iako se općenito smatra da potječe iz padavina akumuliranih u podzemlju u davna vremena. Na temelju korigiranog kapaciteta pojedinačnih bunara u prosjeku od oko 250 m³/sat, napravljen je plan iskorištavanja zemljišta i sačinjena shema razvođenja vode, koja je odmah zatim i realizirana. Vrijedno je također napomenuti i brzinu kojom su ti radovi izvedeni. Nije prošlo ni punih godinu i po dana od otkrića arteške vode sredinom 1938. kada su svi predviđeni objekti bili dovršeni i 370 porodica smješteno na nova imanja.

3. Potreba vode za natapanje

Problemi koji su se pojavili za vrijeme proučavanja mogućnosti osvajanja novih površina bili su uglavnom ovi: visoki salinitet vode; izbor kultura i plodoreda na tipskom imanju kao i postotak površine pod natapanjem; određivanje potrebne količine vode za svaku kulturu kao i potrošnju u špici; turnus i vrijeme natapanja; tip i gustoća natapanih kanala kao i sistem raspodjele vode.

Kao što se i može očekivati, najveća pažnja bila je posvećena proučavanju visokog stupnja zasoljenosti vode i mogućnosti njene upotrebe. Kao što je poznato, uspješna primjena zasoljenih voda zavisi u prvom redu o sastavu poljoprivrednog zemljišta i o veličini padavina. Što se tiče zemljišta, situacija je ovdje veoma povoljna kako u pogledu kemijskog sastava tako i po fizikalnoj strukturi. Tipična analiza daje ove podatke: reakcija: lagano alkalična, pH = 8,4; kloridi: tragovi; karbonati 13,2%. Nasuprot ovome, oborine su veoma male, pa je postojala bojazan da se soli iz zalivne vode sve više i više akumuliraju u aktivnom sloju zemljišta, što bi kroz duži period upotrebe moglo izazvati veoma neželjene posljedice.

Količina oborina u Misurati iznosi u prosjeku 150 mm godišnje, a prema jugu se naglo smanjuje. Promatrano područje se nalazi negdje između 100 i 150 mm, od čega je glavnina koncentrirana u periodu studeni—ožujak. Prema tome je potpuno nemoguće da ovako slabe oborine isperu sve soli koje bi se za vrijeme ljetne vegetacije akumulirale u zemljištu, naročito kod kultura koje troše veoma velike količine vode. Izlaz treba, dakle, tražiti u vrstama usjeva i prikladnoj rotaciji. Zato se osnovna orijentacija u izboru kultura sastojala u drastičnom smanjivanju vrsta s proljetno-ljetnim vegetacionim ciklusom, u korist onih sa zimskim. Zimske kulture koriste za svoj razvoj uglavnom oborine, te dobivaju, po potrebi, samo dopunsko zalivanje. Nadalje, veoma velika pažnja je posvećena maslini, pa je ona zasađena na čitavoj površini kao združena kultura u širokim redovima i razmaku (15×30 m). Ova kultura je interesantna i po tome, što traži veoma malo vode, pa u većini uspijeva i bez natapanja.

Plan je predviđao da tipsko imanje od 10 hektara, pored toga što je bilo zasađeno s maslinom kao združenom kulturom na čitavoj površini, ima ovaj plodored: žitarice (žito, ječam) 4,0 ha, leguminoze za zrno (bob i sl.) 4,0 ha, lucerka 0,5 ha, zelena silaža, proljetno-ljetna, 0,5 ha i industrijske kulture (pamuk, kikiriki i sl.) 1,0 ha.

Kao što se iz ovog prikaza vidi, od ukupno 10 ha samo 2, odnosno 1/5 su pod vegetacijom preko ljeta

i natapaju se normalnim količinama vode. To je učinjeno stoga, da se ostale površine kroz to vrijeme »odmaraju«, odnosno podvrgnu postupku desalinizacije, jer se kulture pod natapanjem naizmjenično siju po čitavoj površini s učestalošću od 20%.

Ispitivanjem ukupne potrošnje vode pojedinih kultura u Gefari Tripolitanije, koja je po klimatskim karakteristikama veoma slična Misurati, utvrđena je maksimalna potrošnja vode (po imanju): lucerka — 600 m^3 svakih 6 dana, odnosno za 0,5 ha dnevno 50 m^3; silaža — 600 m^3 svakih 6 dana, odnosno za 0,5 ha dnevno 50 m^3; industrijsko bilje — — 600 m^3 svakih 10 dana odnosno za 1,0 ha dnevno 60 m^3; drvenasti nasadi — ukupno dnevno 40 m^3.

Kao što je već spomenuto, prosječan kapacitet svakog bunara iznosio je oko 250 m^3/sat, što bi uz maksimalnu dnevnu potrošnju od 200 m^3 po imanju osiguralo dovoljno vode za 30 farma. Prema tome, za ukupan broj od 370 imanja, koliko ih je osnovano, trebalo je izbušiti 12 bunara. Još u toku rada neki bunari nisu mogli osigurati ni ovu količinu, pa su izbušena još 4 pomoćna bunara, čime se njihov konačan broj popeo na 16.

4. Natapni sistemi

Voda se iz bunara na natapne parcele razvodi sistemom betonskih i armirano-betonskih kanala i cijevovoda različite veličine i dužine. Svaki bunar je posebno rješavan i građen, a natapni sistemi susjednih bunara se nisu međusobno povezivali. Na površinama, gdje je konfiguracija terena ravničasta i jednolična s malim visinskim razlikama između pojedinih tačaka, kanali I i II reda građeni su kao armirano-betonske kanalete betonirane na licu mjesta i na stupovima iz opečnog ziđa ili betona, a na razmaku od 3 m. Tamo gdje je teren bio više valovit, upotrebljavane su armirano-betonske ili azbest-cementne tlačne cijevi različitih profila (od 350—100 mm). U svim slučajevima kao vodovi III reda, iz kojih se voda ispuštala na parcele, korišteni su prefabricirani elementi tipa Rosa & Cometta, ugrađivani na niske zemljane nasipe. U prosjeku, jedan buna za 30 imanja, odnosno 300 hektara zemlje (od čega se istovremeno natapa 60 ha) ima mrežu od oko 3 km kanala I reda, 10 km kanala II reda i 20 km kanala III reda.

Kanalete I reda računate su za ukupnu maksimalnu protoku, koja je jednaka kapacitetu bunara uvećanog za 1/3 zbog trajanja natapanja od 16 sati dnevno, te obično imaju proticajni profil od 0,20 m^2 uz najmanji dopušteni pad od 0,5‰. Kanalete II reda imaju po pravilu trećinu proticajnog profila od onih I reda (0,08 m^2), a one III reda po jednu trećinu drugog (0,03 m^2) uz jednaki najmanji dopušteni pad od 0,5‰. Svi armirano-betonski kanali imaju dilatacione spojeve na svakih 6 metara, odnosno na svakom drugom ležaju. Kanalete III reda (s protokom od oko 40 m^3/sat) postavljane su na razmaku od oko 120 m tako, da maksimalna dužina zalivnih brazda iznosi 60 metara.

Da bi se dotok vode iz arteških bunara u cjelosti iskoristio, a radno vrijeme natapanja svelo na najviše 16 sati dnevno, uz svaki bunar izgrađeni su i potrebni armirano-betonski rezervoari za uskladištenje vode. Ponegdje je primijenjen princip centralnih vodosprema, tj. jedan rezervoar od oko 3.000 m^3 za svaki bunar, dok je drugdje za svako imanje, ili za dva zajedno — sagrađen po jedan bazen. Ukupno je izgrađeno 97 rezervoara, od kojih najveći imaju oko 3.500 m^3 zapremine, a najmanji nešto preko 100 m^3. Ukupan volumen svih rezervoara iznosi 25.400 m^3, što je nešto više od 1/3 maksimalne dnevne potrošnje.

Ukupna dužina kanala I i II reda iznosi oko 76 km, a onih trećeg reda 406,5 km. Dodajući tome i oko 66 km cijevovoda raznih profila, izlazi da na ukupnoj melioracionoj površini od 3.700 hektara ima 548,5 km natapnih vodova, što daje prosječnu gustoću od oko 150 m po ha. Ako se tome doda činjenica, da se od ukupne površine svega 1/5 može natapati istodobno, onda izlazi da za jedan hektar pod natapanjem je trebalo izgraditi 750 m kanala.

Valja napomenuti, da uslijed visoke zasoljenosti natapne vode svi uređaji i objekti koji služe za natapanje su podvrgnuti veoma jakom procesu korozije, te ako se ne primijene specijalne zaštitne mjere, čelični i armirano-betonski elementi bivaju razoreni u relativnom kratkom vremenu. Time se troškovi znatno povećavaju. Zbog toga ovom problemu, već kod projektiranja takvih sistema, treba posvtetiti posebnu pažnju i brigu.

5. Pogodnost vode za natapanje

Sadržaj mineralnih komponenata u vodi je od velike važnosti za njenu efikasnu upotrebljivost za natapanje. Kada je ukupan sadržaj soli visok, voda redovito sadrži u većoj mjeri upravo one elemente koji nepovoljno utječu na rast bilja, pa je prema tome i konduktivitet vode veoma dobar indikator njenog saliniteta.

U suptropskim i tropskim aridnim krajevima se redovito susrećemo s problemom zasoljenosti zemljišta i voda. Općenito se može primijetiti da je salinitet upravo proporcionalan veličini isparavanja a obrnuto proporcionalan veličini srednjih godišnjih oborina. Prema tome, visoke dnevne temperature i niske padavine su glavni uzroci pojave zasoljenih zemljišta i voda.

Metode proučavanja problema saliniteta, kao i procjena upotrebljivosti zasoljenih voda za potrebe natapanja uglavnom su novijeg datuma. Naročito intenzivno se na tom području radi u poslijeratnom periodu u SAD i SSSR-u. Sve veća potreba za poljoprivrednim proizvodima diktirana naglim povećanjem populacije i podizanjem životnog standarda u svim krajevima svijeta je jedna od bitnih komponenata intenzifikacije poljoprivredne proizvodnje i osvajanja velikih prostranstva aridnih površina.

Scofield je još 1936. dokazao da je sadržaj Na i K od najveće važnosti kod upotrebe vode za natapanje. Visoki postotak Na u odnosu na Ca i Mg

od veće ili manje je opasnosti za zemljište i usjeve. Voda s visokim sadržajem Na neće biti uopće škodljiva ako je sadržaj Ca i Mg također visok, ali ta ista voda može biti veoma štetna ako je sadržaj Ca i Mg nizak. Dozvoljeni odnos Na prema ukupnom sadržaju kationa — Scofield je izrazio poznatim odnosom: $\% \text{Na} = \frac{\text{Na} \times 100}{\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Na}+\text{K}}$, te bi taj postotak uvijek morao biti niži od 60, odnosno, prema nekim drugim autorima, 70.

Wilcox je kasnije izradio empirijski dijagram za procjenu zalivnih voda na bazi saliniteta (bikarbonati, sulfati i kloridi) i postotka Na. Thorne je 1951. učinio korak dalje, te izradio dijagram koji nezavisno prikazuje opasnost od saliniteta i Na, pri čemu se uzima u obzir tekstura zemljišta i drenaža. Ipak, najpotpunija klasifikacija je izvršena nešto kasnije (1954) dijagramom saliniteta, pri čemu upotrebljivost voda zavisi o kemijskim i mehaničkim osobinama zemljišta.

A) Osnovne karakteristike

Kod određivanja kvaliteta zalivnih voda, čini se da su najvažnije karakteristike na koje treba obratiti pažnju ove:

— Ukupna koncentracija topivih soli
— Relativni odnos Na prema ostalim kationima
— Koncentracija bora ili drugih elemenata koji mogu biti toksični
— Pod izvjesnim uslovima koncentracija bikarbonata u odnosu na koncentraciju Ca+Mg.

Ukupna koncentracija soli može biti adekvatno izražena pomoću električne provodljivosti. Električni konduktivitet je veoma koristan parametar, jer može biti brzo, lako i tačno određen. Općenito se može naglasiti, da gotovo sve zalivne vode imaju konduktivitet ispod 2250 mikromhos/cm, ali ima primjera da su na pojedinim zemljištima i za pojedine kulture uspješno primjenjivane zalivne vode s preko 5.000 mikromhos/cm.

Prema nekim ispitivanjima izvršenim u SAD, potreba ispiranja u odnosu na konduktivitet zalivne i odvodne vode bila bi:

Električni konduktivitet zavilne vode micromhos/cm	Potreba ispiranja za naznačenu maksimalnu vrijednost konduktiviteta odvodne vode na dnu zone korjena u % od količine upotrebljene vode za natapanje			
	4 mmhos	8 mmhos	12 mmhos	16 mmhos
100	2,5	1,2	0,8	0,6
250	6,2	3,1	2,1	1,6
750	18,8	9,4	6,2	4,7
2.250	56,2	28,1	18,8	14,1
5.000	—	62,5	41,7	31,2

Napomena: 1 mmhos (milimhos) jednak je 1000 mikromhosa.

SAR (Sodium-Adsorpion-Ratio) odnosno omjer apsorpcije natrija je empirijska veličina i može biti izražena odnosom:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^{+}}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}},$$

gdje su vrijednosti za katione izražene u miliekvivalentima na litru. Zbog bržeg i jednostavnijeg iznalaženja vrijednosti SAR, sačinjen je nomogram. Poznavanjem vrijednosti za Na^{+} i za $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}$, na gornjoj dijagonalnoj skali se odmah može očitati vrijednost SAR za dotični uzorak. Donji dio ove skale služi za određivanje vrijednosti ESP (Exchangeable-Sodium-Percentage) odnosno postotka zamjenjivog natrija, čije su analitičke vrijednosti izračene odnosom:

$$\text{ESP} = \frac{100(-0{,}0126+0{,}01475\text{SAR})}{1+(-0{,}0126+0{,}01475\text{SAR})}$$

Donja skala u stvari prikazuje zemljište koje je u ravnoteži s analiziranom vodom.

Koncentracija zemljišnog rastvora je obično 2—3 puta veća od koncentracije zalivne vode, ali može ponekad dostići i deseterostruku vrijednost, što sve zavisi o intenzitetu isparavanja i o količini potrošnje od strane biljaka. Vrijednost SAR povećava se u odnosu na drugi korjen od ukupne kon-

NOMOGRAM

za određivanje vrijednosti SAR zalivne vode i za procjenu odgovarajućeg ESP vrijednosti zemljišta koje je u ravnoteži s tom vodom



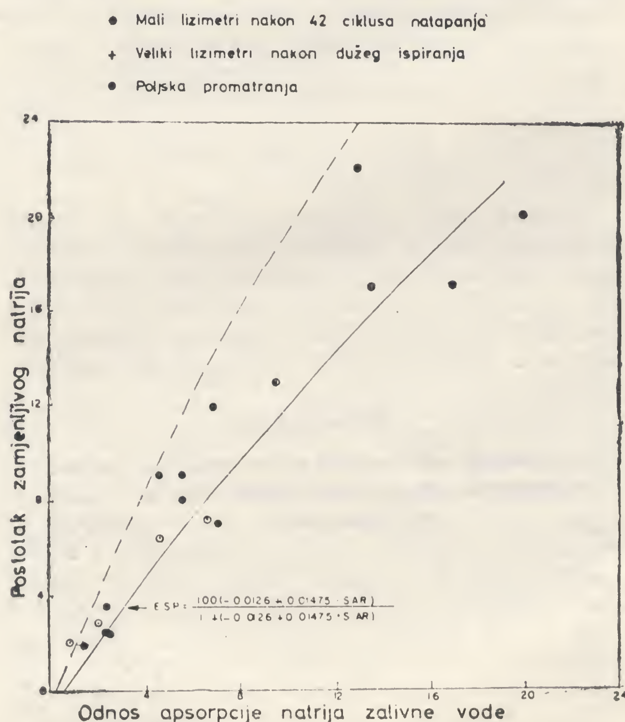
Sl. 3

centracije, tj. ako se koncentracija udvostruči, SAR vrijednost se povećava faktorom 1,41 itd.

Odnos između SAR vrijednosti zalivnih voda i ESP vrijednosti zemljišta, prikazan je na dijagramu 4. Puna linija prikazuje odnos između SAR i ESP, izračunat na temelju jednadžbe naznačene na slici, što također odgovara skalama C i D na dijagramu 2.

GRAFIČKI PRIKAZ

ESP vrijednosti površinskih uzoraka zemljišta u odnosu na SAR vrijednosti zalivne vode



Sl. 4

Očigledno je, da pod uslovima koji vladaju na polju, ESP vrijednosti uzoraka zemljišta su uglavnom više od onih izračunatih po formuli. Odstupanje od proračunske linije može se protumačiti na taj način, što je koncentracija zemljišnog rastvora ponešto viša od koncentracije zalivne vode.

Crtkana linija prikazuje ESP vrijednosti kojih bi moglo dostići zemljište pretpostavljajući trostruko povećanje koncentracije zalivne vode. Drugim riječima, ako topivi postotak Na zalivne vode nakon ulaska u zemljište ostane nepromijenjen, ali ukupne koncentracije se povećavaju faktorom 3, SAR vrijednosti bi se povećale faktorom jednakim drugim korjenom od 3, i rezultirajući predviđene ESP vrijednosti za uzorke bi ležale duž crtkane linije na slici 4.

E f e k a t k o n c e n t r a c i j e b o r a. Bor je neophodan za normalan razvoj biljaka, ali je potrebna količina obično veoma mala. U jačoj koncentraciji je veoma otrovan. Dok je određena koncentracija za osjetljive biljne vrste već štetna i opasna, dotle ista ta količina može biti poželjna za uzgoj veoma otpornih vrsta. Scofield je još 1936. počeo intenzivno proučavati ovaj problem, te je nakon izvršenih mnogobrojnih ispitivanja na terenu i u laboratoriju došao do zaključka, da koncentracije bora u zalivnoj vodi ne bi smjele preći granice date u tabeli, ukoliko se još uvijek žele postići zadovoljavajući prinosi:

Klasa bora	Dopustiva koncentracija u dijelovima na milijun — Osjetljive biljke	Srednje osjetljive biljke	Otporne biljke
1	<0,33	<0,67	<1,00
2	0,33 do 0,67	0,67 do 1,33	1,00 do 2,00
3	0,67 do 1,00	1,33 do 2,00	2,00 do 3,00
4	1,00 do 1,25	2,00 do 2,50	3,00 do 3,75
5	>1,25	>2,50	>3,75

V i s o k a k o n c e n t r a c i j a b i k a r b o n a t a u zalivnoj vodi može prouzrokovati taloženje kalcija i magnezija u vidu karbonatnih soli. Precipitacija kalcija i magnezija izaziva povećanje odgovarajuće količine natrija u vodi; na zemljište to djeluje na isti način kao da se količina natrija u zalivnoj vodi povećala. Visoka koncentracija bikarbonata može, također, prouzrokovati povišenje pH u zemljištu, što ponekad pospješuje stvaranju tzv. »crnih alkalija«. Prema nekim istraživanjima, iz 1954, provedenih od Wilcoksa i Blaira, čini se da je voda potpuno neškodljiva za biljke ako sadržaj bikarbonata nije veći za 1,25 ekvivalenta na milijun od sume Ca + Mg, odnosno $HCO_3 - (Ca + Mg) \leq 1,25$.

Paralelno napredovanju ovih reakcija, koncentracija Ca i Mg se smanjuje a relativni odnos Na raste. Eaton je 1950. postavio tri izraza u vezi s tim reakcijama.

(a) »Nađeni« rastvorljivi postotak Na:

$$Na = \frac{Na^{+} \times 100}{(Ca^{++} + Mg^{++} + Na^{+})}.$$

(b) »Mogući« rastvorljivi postotak Na:

$$Na = \frac{Na^{+} \times 100}{/(Ca^{++} + Mg^{++} + Na^{+}) - (CO_3^{-} + HCO_3^{-})/}$$

(c) »Rezidualni Na_2CO_3«:

$$Na_2CO_3 = (CO_3^{-} + HCO_3^{-}) - (Ca^{++} + Mg^{++}).$$

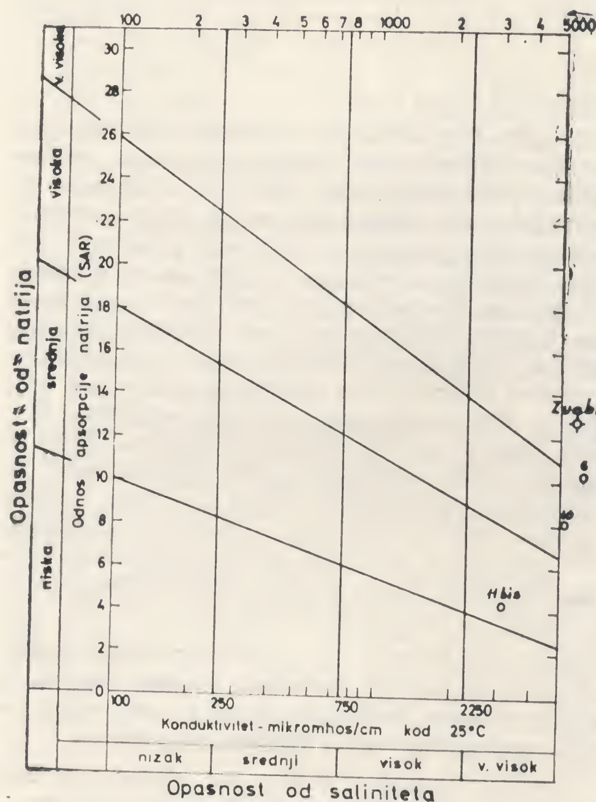
Smatra se, da voda s više od 2,5 mek/l rezidualnog Na_2CO_3 nije podesna za natapanje, dok vode kojima se ta vrijednost kreće između 1,25 i 2,50, smatraju se umjereno podesnim. Sadržaj rezidualnog Na_2CO_3 ispod 1,25 mek/l je vjerojatno neškodljiv.

B) D i j a g r a m s a l i n i t e t a

Dijagram saliniteta daje veoma vjernu sliku upotrebljivosti zalivne vode. Na vodoravnu os dijagrama nanosi se električni konduktivitet, koji

najbolje predočuje salinitet, dok se na vertikalnu os nanose SAR vrijednosti. Prema tome, vrijednosti na horizontalnoj osi nas upozoravaju na opasnost od saliniteta, a one na vertikalnoj — od natrija, tj. što je viša vrijednost na horizontalnoj osi, to će se javljati potreba za većim količinama vode za ispiranje zemljišta, odnosno što je viša vrijednost na vertikalnoj osi, to će zemljište zahtijevati dodavanje većih količina gipsa kako bi se neutraliziralo toksično djelovanje natrija. Prva se vrijednost obično naziva »potreba ispiranja« (PI), dok se druga redovno označava kao »potreba gipsa« (PG).

DIJAGRAM SALINITETA



Sl. 5

Analitičke vrijednosti krivulja (odnosno pravaca na prikazanom logaritamskom dijagramu) dijagrama saliniteta su ove:

gornja krivulja $S = 43{,}75 — 8{,}87\ (\log K)$,
srednja krivulja $S = 31{,}31 — 6{,}66\ (\log K)$,
donja krivulja $S = 18{,}87 — 4{,}44\ (\log K)$,

gdje S označava SAR vrijednosti, a K električni konduktivitet u mikromhos/cm kod 25 C. Postupak računanja je veoma jednostavan, ali rijetko kada potreban, jer se mogu koristiti gotovi obrasci iz publikacija.

Dijagram saliniteta daje mogućnost razvrstavanja zalivnih voda u 16 klasa. Donosimo skraćeni opis glavnih klasa dijagrama objavljenih od Laboratorija za salinitet SAD.

Opasnost od saliniteta

Vode niskog saliniteta se mogu koristiti za većinu usjeva i na većini zemljišta. Potrebno je nešto malo ispiranja, ali to se događa pod normalnim postupkom natapanja, osim na zemljištima veoma niskog permeabiliteta.

Vode srednjeg saliniteta se mogu normalno upotrebljavati jedino ako se izvrše povremena ispiranja. Osrednje otporne kulture se mogu uzgajati bez naročitih postupaka za kontrolu saliniteta.

Vode visokog saliniteta ne mogu se upotrebljavati na slabo procjednim tlima. Potrebna je dobra drenaža, naročit postupak za kontrolu saliniteta, kao i izbor otpornih vrsta kultura.

Vode veoma visokog saliniteta nisu podesne za natapanje pod normalnim okolnostima, ali se ponekad mogu upotrebiti pod posebnim uvjetima. Zemljište mora biti jako propusno, a drenaža besprijekorna. Znatne količine vode moraju se upotrebiti za ispiranje. Uzgajati se mogu samo veoma otporne kulture.

Opasnost od natrija

Klasifikacija natapnih voda u odnosu na SAR se u prvom redu temelji na djelovanju zamjenjivog natrija na fizikalne osobine zemljišta.

Vode niskog sadržaja natrija mogu biti upotrebljene za natapanje na gotovo svim zemljištima s malom vjerojatnošću razvoja štetne koncentracije zamjenjivog Na.

Vode srednjeg sadržaja Na mogu predstavljati značajnu opasnost od natrija na tlima fine teksture i visoke sposobnosti zamjene kationa, naročito u uvjetima slabog ispiranja bez prisustva gipsa u zemljištu. Ova se voda može upotrebiti na krupnozrnatim ili organskim tlima dobrog permeabiliteta.

Vode visokog sadržaja Na mogu stvoriti štetnu koncentraciju zamjenjivog Na na većini tala, te zahtijevaju naročiti postupak: dobru drenažu, jako ispiranje i dodavanje organskih materija. Ponekad će biti nužni kemijski dodaci zbog odstranjenja zamjenjivog natrija, osim u slučaju kada ti dodaci nisu topivi u vodi visokog saliniteta.

Vode veoma visokog sadržaja natrija su općenito nepodesne za natapanje, osim kod niskog i eventualno srednjeg saliniteta, pa rastvor Ca iz zemljišta ili upotreba gipsa ili drugih dodataka ih mogu donekle poboljšati.

Kao što je zaključiti, ocjena vode po ovoj metodi je veoma jednostavna i brzo izvodljiva. Međutim, potrebno je napomenuti da kod toga važnu, a ponekad i presudnu ulogu igraju kemijski sastav zemljišta i njegove fizikalne osobine. Prema tome, pogrešno je analizirati i klasificirati upotrebljivost zalivne vode, a da se kod toga ne uzmu u obzir i ovi faktori.

C) Eatonove formule

Prethodno izložena klasifikacija zalivne vode je po prirodi više kvalitativna nego kvantitativna. Voda nekog određenog kemijskog sastava može zahtijevati »dobru« drenažu ili dodatak gipsa, ali kako i u kojoj količini, nemoguće je odrediti. Zbog

toga je Eaton pristupio ovom problemu na drugi način. Umjesto razvrstavanja vode u fiksne klase, on je izradio formule kojih primjena na bilo koju zalivnu vodu odmah određuju potrebnu veličinu ispiranja i količinu gipsa, koja se mora dodavati.

Soli u vodi koje se dodaju zemljištu natapanjem, postaju postepeno sve više koncentrirane zbog gubitka vode na evaporaciju i transpiraciju. Akumulacija velikih količina soli u zoni korjena na natapanim površinama uzrokuje zasoljavanje zemljišta, ako se ne primijene dovoljne količine vode za ispiranje viška soli.

Eaton daje ovu formulu za procjenu postotka potrebne količine vode za osiguranje odgovarajućeg ispiranja:

$$d\,\% = \frac{SW \times 100}{(2 \times Mss) - SW},$$

gdje je:

SW — salinitet zalivne vode u ekvivalentima na litru Cl + 1/2SA₄

d % — postotak količine vode, koja mora proći niže zone korjena, računajući od one upotrebljene za natapanje (potreba ispiranja)

Mss — salinitet zemljišnog rastvora u ekvivalentima na milijun (litru) Cl + 0,5 SO_4.

Štetno djelovanje na biljke u prvom redu prouzrokuju kloridi i sulfati. Efekat saliniteta sulfata je gotovo dvostruko veći od efekta saliniteta klorida, pod pretpostavkom da su prisutni u jednakim koncentracijama.

Veličina saliniteta u zemljišnom rastvoru koji može uzrokovati znatnije sniženje žetve zavisi o strukturi zemljišta, klimatskim prilikama i otpornosti biljaka na salinitet. Eaton pretpostavlja da za prosječne uslove Mss ne bi smio preći vrijednost od 40 mek/l, ukoliko se želi postići prosječan prinos (70—80% od maksimalnog). Ova se pretpostavka bazira na promatranju usjeva osrednje otpornosti na salinitet, uzgajanih pod semiaridnim klimatskim uvjetima Riverside, Kalifornija. Za druga klimatska područja bi trebalo ovaj faktor odrediti pokusima.

Pod »potrebom kalcija« podrazumijeva se ona količina Ca koja se mora dodati zalivnoj vodi da se postotak Na snizi na 70, da se nadomjesti gubitak Ca i Mg uslijed taloženja u vidu karbonata, te da se popuni količina Ca i Mg utrošena od biljaka. Prema tome, postupno će se izračunati potrebu kalcija gore opisanih triju oblika, po ovim obrascima:

a) Sniženje Na na 70%:

$$Ca = Na \times 0{,}429 - (Ca + Mg).$$

(Vrijednost može biti pozitivna ili negativna)

b) Kompenzacija precipitacije HCO_3:

$$Ca = \frac{HCO_3 \times (100 - d\%)}{100}.$$

c) Nadoknada Ca i Mg utrošenih od biljaka uslijed suviška Na:

$$Ca = \frac{0{,}30 \times (100 - d\%)}{100}.$$

»Ukupan Ca« predstavlja zbir ovih triju veličina, dok se potrebna količina gipsa odredi tako, da se ta vrijednost pomnoži s 85, odnosno: G = (a + b + c) × 85, i izražena je u kg za svakih 1000 m³ upotrebljene zalivne vode.

Definitivno određivanje potrebe ispiranja obavlja se po ovom obrascu:

$$D\% = \frac{(SW + 0{,}5\ \text{»Ukupan Ca«}) \times 100}{2 \times Mss - (SW + 0{,}5\ \text{»Ukupan Ca«})}$$

D) Ispiranje

U posljednje se vrijeme međutim sve više upotrebljava jedna druga metoda proračuna veličine ispiranja, u kojoj naročito dolazi do izražaja otpornost biljke na salinitet, pa se za svaku pojedinu kulturu može posebno odrediti ova vrijednost. Polazna tačka ove metode je u tome, da se ispiranje definiše kao dio zalivne vode koji mora proći ispod zone korjena zbog ispiranja soli. Veličina ispiranja zavisi o koncentraciji zalivne vode i maksimalne dopustive koncentracije zemljišnog rastvora u zoni korjena. Maksimalna koncentracija zemljišnog rastvora morat će biti vjerojatno držana ispod 4 mmhos/cm (1 milimhos = 1000 mikromhosa) za osjetljive biljke. Otporne biljke kao repa, lucerna i pamuk mogu dati još dobar prinos i s vrijednošću do 8 mmhos/cm, dok jako otporne kulture kao ječam mogu dati dobar prinos i s koncentracijom od 12 mmhos ili višoj (sve do 16).

U najjednostavnijem i najkraćem obliku prikazat ćemo bit i način proračuna po ovoj metodi. U detalje se neće ulaziti, jer bi to pitanje samo po sebi moglo biti predmet posebne rasprave.

Potreba ispiranja može biti definirana kao omjer ekvivalentne visine otpadne (upotrebljene — odvodne) vode prema visini zalivne vode, i može biti izražena u vidu omjera ili postotka. Nadalje slijedi, da je taj odnos jednak obrnutom omjeru odgovarajućih električnih konkuktiviteta, tj.

$$PI = \frac{D_{ov}}{D_{zv}} = \frac{EK_{zv}}{EK_{ov}},$$

gdje indeksi »ov« i »zv« znače odvodnu odnosno zalivnu vodu, dok D znači količinu (visina stupca) vode u cm.

Za poljske kulture srednje otpornosti, kod kojih se vrijednost EK_{ov} = 8 mmhos/cm može još tolerirati, ova formula poprima oblik:

$$\frac{D_{ov}}{D_{zv}} = \frac{EK_{zv}}{8}.$$

Za zalivne vode s konduktivitetom 1, 2 i 3 mmhos/cm, potreba će ispiranja dakle biti 13, 25 i 38 posto. To su maksimalne vrijednosti koje mogu nastupiti uz pretpostavku da su oborine, potrošnja soli od biljaka, precipitacija soli i drugi elementi koji na to utječu — ravni nuli. Ukoliko se i ti faktori uzimaju u obzir, jasno je da se veličina ispiranja smanjuje u tom opsegu.

Do potpuno istog rezultata dolazimo ako se salinitet vode izrazi u mek/l. U tom slučaju se suma iona postavi u omjer s dopustivom koncentracijom zemljišnog rastvora, i dobije potpuno isti rezultat. Obično se uzima da je dopustiva koncentracija zemljišnog rastvora 40, 80, 120 i 160 mek/l za osjetljive, srednje otporne, otporne i veoma otporne kulture.

Metode ispiranja

Izbor najprikladnije metode ispiranja zavisi o najrazličitijim faktorima, kao što su: konfiguracija terena, vrsta usjeva, propusnost zemljišta, klima i sl. Najviše se, međutim, primjenjuju ove metode:

a) Kod pretežno ravničastih površina se potapaju pojedina polja sa znatnim nadslojem vode. Time se u mnogome pospješuje infiltracija vode u niže slojeve zemljišta, i tako na najuspješniji način oslobađaju soli iz aktivnog sloja zemljišta. Zbog provedbe ovog načina, potrebno je po obodu parcele graditi manje nasipe.

b) Kod jače nagnutih terena može se ova metoda primijeniti jedino uz izgradnju odgovarajućih nasipa po slojnicama. Mogućnost provedbe i uspjeh ovog poduhvata zavisi u prvom redu o veličini nagiba, te o propusnosti zemljišta.

c) Dobar efekat ispiranja se može također postići češćom primjenom zalivne vode u većoj količini negoli je potrebno za biljke. U tom slučaju efekat ispiranja u mnogome zavisi o jednoličnosti raspodjele vode i o količini koja prođe ispod zone korjena. Ako je propusnost zemljišta niska, onda se povremenim sušenjem može povećati permeabilitet.

U predjelima s hladnom klimom, operacije ispiranja mogu često biti izvedene u vremenu između žetve i smrzavanja zemljišta. U toplijim predjelima ispiranje se može obavljati za vrijeme zime, kada zemljište miruje. U svakom slučaju, na takvim površinama drenaža mora biti bezprijekorna, kako bi se voda slobodno i što prije odvodila.

6. Zaključak

Izdvojit ćemo iz ukupnog broja bunara u području Tummina njih 4, koji su donekle karakteristični za čitavu zonu. Tome ćemo još dodati i bunar Zuabi, koji se nalazi u neposrednoj blizini Misurate i koji donekle karakterizira grupu bunara u tom predjelu.

Najprije ćemo iz laboratorijskih analiza dati one podatke, koji su kod ovih proračuna potrebni. Ove su vrijednosti sakupljene u ovom tabelarnom pregledu:

TABELARNI PREGLED
najvažnijih karakteristika voda promatranih arteških bunara

Karakteristika	Jedinica mjere	Naziv, odnosno broj bunara				
		Zuabi	5	6	10	11a
Temperatura	C	43	36	44	45	34
pH		6,9	7,5	7,3	7,3	7,3
Spec. provodljivost	mikromhos kod 25°C	5850	7200	6300	5150	3200
Ukupna tvrdoća izračunata kao $CaCO_3$	dj. n. m.	1222	1168	1206	1089	896
Isparni ostatak 180	„	3188	3910	3650	3010	1950
SiO_2	„	16	13	13	12	12
Ca	„	312	244	285	229	196
Mg	„	107	136	120	125	99
Na	„	1028	994	833	621	301
K	„	86	80	72	58	51
HCO_3	„	482	427	448	394	280
Cl	„	1808	1616	1489	1120	532
SO_4	„	597	632	609	586	611
NO_2	„	trag.	0,005	0,01	0,005	0,005
NO_3	„	trag.	—	—	—	—

Iz ranije opisanih postupaka proračuna pojedinih elemenata vidljivo je, da je većina ovih formula sačinjena za vrijednosti izražene u miliekvivalentima na litru. Rezultati analiza izraženi u dijelovima na milijun, preračunavaju se u miliekvivalente na litru ako se dijelovi na milijun pomnože s ovim faktorima:

Kationi		faktor konverzije	Anioni		faktor konverzije
Kalcij	Ca^{++}	0,0499	Karbonati	CO_3^{--}	0,0333
Magnezij	Mg^{++}	0,0822	Bikarbonati	HCO_3^{-}	0,0164
Natrij	Na^{+}	0,0435	Sulfati	SO_4^{--}	0,0208
Kalij	K^{+}	0,0256	Kloridi	Cl^{-}	0,0282

Kod pravilno provedene analize vode, suma kationa izražena u miliekvivalentima na litru treba biti jednaka sumi aniona izraženoj u istim jedinicama. Električni konduktivitet mora biti u približno istom odnosu sa sumom kationa.

Koristeći faktore pretvorbe iz ove tabele, vrijednosti iz analiza promatranih uzoraka preračunate su u miliekvivalente na litru i prikazane u narednoj tabeli. Ujedno su u ovoj tabeli prikazani svi najvažniji rezultati istraživanja pogodnosti vode za natapanje. Potreba ispiranja računata je po dvjema metodama: Eaton uz Mss 40, i Laboratorija USA uz pretpostavku da je dozvoljena maksimalna koncentracija u zemljišnom rastvoru od 8000 mikromhosa. Iako i Mss i EK_{ov} praktički predstavljaju koncentraciju u zemljišnom rastvoru u zoni korjena, ove vrijednosti nisu jednake i ne mogu se direktno uspoređivati.

PREGLED
rezultata provedenih istraživanja karakterističnih uzoraka voda (ioni izraženi u miliekvivalentima na litru)

Predmet	Broj, odnosno naziv bunara				
	Zuabi	5	6	10	11a
Ca	15,55	12,18	14,22	11,46	9,80
Mg	8,78	11,16	9,85	10,42	8,24
Na	44,70	43,30	36,25	27,00	13,08
K	2,19	2,04	1,84	1,49	1,31
HCO_3	7,92	7,00	7,36	6,46	4,59
Cl	51,20	45,60	42,00	31,50	14,95
SO_4	12,21	13,13	12,68	12,20	12,72
Suma kationa	71,30	68,68	62,16	50,37	32,26
SAR	12,85	12,63	10,45	8,16	4,36
% Na	62,7	63,2	58,2	53,5	40,7
Ispiranje po Eatonu za Mss = 40	>100	>100	>100	88,6	36,3
Ispiranje (po Laboratoriju USA) uz 80 mek/l.	89	86	78	63	41

Iz podataka u ovoj tabeli mogu se izvesti zaključci:

a) Općenito uzevši, kvalitet vode za natapanje svih ispitivanih bunara veoma je loš i prema svim ranije izloženim klasifikacijama i procjenama, jedva da bi imalo smisla uzimati ih u obzir za natapanje bilo kakvih kultura u ekonomičnom gospodarenju. Od toga bi se mogao izuzeti bunar 11a, čija bi voda bila još upotrebljiva. Prilikom projektiranja i izgradnje sistema (1938.) bilo je predviđeno, da se za natapanje koriste samo one arteške vode, čija ukupna koncentracija klorida ne prelazi 3 mg/l. Tome uvjetu danas, međutim, odgovara samo bunar 11a.

b) Koncentracija Na izražena bilo u vidu SAR, ili % Na, na prvi pogled se čini kao da nije zabrinjavajuća, jer ne prelazi uobičajene granice. Međutim, dugotrajnom upotrebom, ove vode mogu potpuno uništiti poljoprivredno tlo. U konkretnom slučaju, ova koncentracija praktično ne predstavlja nikakvu opasnost jedino zbog toga, što je tlo odlično opskrbljeno gipsom i veoma propusno, i što se primjenjuju posebne zaštitne mjere, koje su već ranije opisane.

c) Potreba ispiranja, računata bilo prema Eatonu ili prema metodi Laboratorija USA, je veoma visoka. Vrijednost od preko 100% praktično znači, da tom vodom je nemoguće postići zadani cilj, ili, drugim riječima, natapna voda ima veći salinitet negoli bi trebala imati odvodna. U praksi se vrijednost od preko 50% mora već smatrati kao teško provedljiva.

Konačno, možemo zaključiti, da, iako sve navedene metode pobijaju natapnu vrijednost ovih voda, dosadašnja praksa je pokazala potpuno suprotno. Vode bunara br. 5 i 6, koje, kako je navedeno, bi trebalo apsolutno isključiti za bilo kakvu kulturu, dosta uspješno se primjenjuju već preko 25 godina, i to bez štetnih posljedica po zemljište. Masline, ječam, repa, rajčica, lucerka i još neke kulture i danas se veoma uspješno uzgajaju na tom sektoru. Primarnu ulogu kod toga svakako igraju veoma povoljne fizikalne i kemijske karakteristike zemljišta. Prema tome, kod rješavanja i proučavanja ovih problema, te projektiranja sličnih poduhvata u sličnim oloknostima, ne smije se problemu pristupiti jednostrano, na temelju izoliranih laboratorijskih podataka i upotrebom metoda dobivenih na drukčijim zemljištima i pod drugim okolnostima. Putokaz u tom poslu treba svakako da pruže eksperimentalna polja i promatranja na ranije provedenim zahvatima u istom klimatskom području, s veoma sličnim karakteristikama zemljišta i voda. Laboratorijska analiza vode može poslužiti samo za veoma grubu orijentaciju za rješenje zadatka koji predstoji.

LITERATURA

1. D. J. Cederstrom, geologist
Ground-Water Resources of the Tripoli area, Libya
2. Ente per la colonizzazione della Libia
Lex nouveaux centres agricoles »Crispi« et »Cioda«
3. Ing. Z. Kos
Zuabi Well — Water Supply for Irrigation
4. Ing. Z. Kos
Studio della piovosita' del bacino imbrifero dello wadi Megenin e limitrifi
5. U S. Department of Agriculture
Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils
6. U. S. Department of Interior
U. S. Geological Survey Water Supply Paper 1473 — 1954, 1959 i 1963.

Kratke vijesti

MOST PREKO RIJEKE RZAV U VIŠEGRADU

Novi most preko rijeke Rzav u Višegradu nalazi se u centralnom dijelu grada, što mu daje obilježje gradskog mosta. Ova konstrukcija zahtijeva da se posveti velika pažnja i izgledu mosta te njegovoj »ugradnji« u ambijent grada i okoline.

Na Drini u Višegradu postoji stari most izuzetne historijske vrijednosti »Na Drini ćuprija«, koji impresionira skladnim izgledom. Rzav je druga rijeka u Višegradu, znatno manja od Drine, a na njemu postoji drveni most koji je sasvim dotrajao.

U cilju iznalaženja što prikladnijeg rješenja za novi most, izrađene su tri varijante idejnog projekta mosta, i to okvirna konstrukcija, lučna konstrukcija i prednapeta gredna konstrukcija, sve izvedeno od armiranog betona.

Prva varijanta je predstavnik ravnih konstrukcija; druga varijanta — lučnih konstrukcija, a treća varijanta predstavlja rješenje u prednapregnutom betonu.



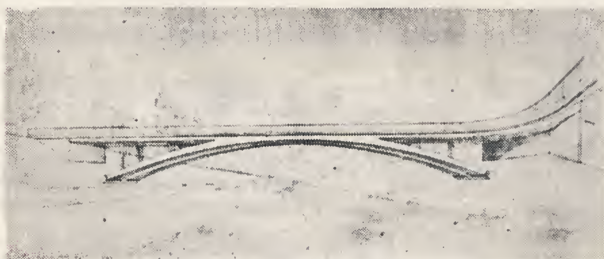
Sl. 1: Izgled postojećeg drvenog mosta

Prva varijanta sadrži kontinualnu okvirnu konstrukciju s tri otvora, raspona 13,50 + 18,00 + 13,50 m. Širina kolnika na mostu je 7,00 m sa obostranim hodnicima po 2,25 m. Predračunska vrijednost ove varijante iznosi 53 milijuna dinara, tj. 91.500 din/m² korisne površine.



Sl. 2: Izgled I varijante

Druga varijanta sadrži svodove raspona 39,0 m uz strelicu od 4,0 m, te daje sploštenost 1:9,8. Najveća debljina svodova je na bokovima svoda 74 cm, u petama je svod debeo 45 cm, a u tjemenu 55 cm. Predračunska vrijednost ove varijante iznosi 51 milijun dinara, tj. 84.500 din/m² korisne površine mosta.



Sl. 3: Izgled II varijante

Treća varijanta je data od prednapregnutog betona. Rasponska konstrukcija sadrži dva dvozglobna okvira raspona 39,0 m, sandučastog poprečnog presjeka visine u sredini raspona od 1,0 m, a na krajevima prečki 2,0 m. Kablovi su smješteni unutar rebara u zaštitnim rebrastim cijevima. Predračunska vrijednost ove varijante iznosi 51 milijun dinara, tj. 84.500 din/m² korisne površine mosta.



Sl. 4: Izgled III varijante

Razlike u predračunskim vrijednostima za sve tri varijante su neznatne, stoga treba pogotovo usvojiti ono rješenje koje će svojom pojavom i izgledom djelovati ljepše i prirodnije.

Projektant je autor članka uz suradnju Kemala Čučaka, Projektantski biro »Traser«, Sarajevo.

Ing. Milenko Pržulj

NAŠA PODUZEĆA REGISTRIRANA U SPICIJALNOM FONDU OUN

Jugoslavenski projektanti, graditelji, geolozi i drugi stručnjaci dobili su posljednjih godina mnoga visoka priznanja za uspješno izgrađene objekte u inozemstvu.

Najbolji dokaz nivoa koji su dostigla neka naša poduzeća je činjenica, da su za nepunih godinu dana dva poslovna udruženja, tri privredne organizacije i jedan institut registrirani u Specijalnom fondu Ujedinjenih nacija. To su: »Energoprojekt« iz Beograda, »Elektroprojekt« i »Geofizika«, Institut za naftu i Poslovno udruženje »Ingra« i »Geoistraživanja — Elektrosond« iz Zagreba.

Time su ove organizacije stekle pravo da sudjeluju u izgradnji objekata koje će financirati Specijalni Fond ili druge agencije Svjetske organizacije.

R. P.

U SEPTEMBRU IZVANREDNI KONGRES SITJ U OHRIDU

Izvanredni kongres Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije održat će se u septembru u Ohridu.

Saziv izvanrednog kongresa ima cilj da se organizaciona struktura Saveza prilagodi intencijama novog Ustava, a s tim u vezi i zadacima koje društveno-stručne organizacije imaju u daljnjem društveno-ekonomskom razvitku naše zemlje.

U novom Statutu precizirat će se samo opći principi i ciljevi na kojima treba da počiva Savez inženjera i tehničara, dok će općim, stručnim i specijaliziranim organizacijama Saveza biti prepušteno da se prilagode uvjetima, potrebama i mogućnostima područja i struke u kojima rade i djeluju.

Savez inženjera i tehničara Jugoslavije okuplja danas više od 60.000 članova.

R. P.

INVESTICIJE NA PODRUČJU ISTRE

Oko 6 milijardi dinara investirat će se u privredu južne Istre do kraja godine, što je 34% više u odnosu na 1963. godinu.

Najveća sredstva ulažu se u brodogradnju, izgradnju Atlanske ribolovne flotilje, industriju nemetala, proizvodnju cementa, turističke objekte i proizvodnju građevnih elemenata od plino-betona.

Investicije će dobiti: brodogradilišta »Uljanik«, »Crvena zvijezda«, Istarski rudnici nemetala, Tvornica laboratorijskog stakla »Boris Kidrič«, Tvornica građevnih elemenata od plino-betona »Siporex«, Tvornica cementa »Giulio Revelante«, Industrochem«, te Elektromlin »3 januar«.

Veća sredstva ulažu se i u izgradnju novih dalekovoda i trafostanica.

R. P.

GRADNJA OBJEKATA U LUCI BAR

O ovoj našoj novoj morskoj luci, čija je izgradnja još u toku iako je luka otvorena za promet od 1. aprila ove godine, uskoro će početi gradnja hladnjača i silosa.

Do septembra treba montirati još dvije dizalice nosivosti 3 tone. Beogradsko poduzeće »Centrotekstil« i Uprava luke zajednički grade još jedno skladište od 4.200 m², a zatražen je kredit za gradnju još jednog skladišta od 4.900 m².

R. P.

U PRVOM KVARTALU 8.356 STANOVA

U prvom kvartalu ove godine završena je izgradnja 8.356 stanova, prema 3.094 u istom razdoblju prošle godine.

Nagli porast broja završenih stanova ima se pripisati uspjehu graditelja u Skoplju, koji su u navedenom periodu predali na upotrebu 4.869 stanova. Ako se iz ukupnog rezultata eliminira Skoplje, onda je završeno 3.487 stanova ,odnosno 393 stanova više nego u istom razdoblju prošle godine.

I pored značajnih uspjeha građevinarstva, i ove je godine velik broj stambenih zgrada ostao nezavršen. U Izgradnji se nalazi 63.048 stanova, prema 53.415 koliko ih je bilo nedovršeno u istom periodu prethodne godine.

Na usporavanju završavanja stanova utječe zaostajanje zanatskih, prvenstveno instalaterskih radova.

R. P.

TRI NOVE CIGLANE

Uskoro se puštaju u pogon tri nove ciglane: »Banat« u Zrenjaninu, »Proleter« u Skoplju i ciglana u Užičkoj Požegi. Kapacitet svake ciglane je oko 12 milijuna komada cigle godišnje.

R. P.

U SPLITU III KONGRES SGIT JUGOSLAVIJE

Na nedavno održanoj sjednici Glavnog odbora Saveza građevnih inženjera i tehničara Jugoslavije donesene su odluke u vezi s pripremama za III kongres SGITJ. Prihvaćen je prijedlog Saveza Hrvatske, da se III kongres Jugoslavije održi u Splitu. Tačan termin odredit će se kasnije, a za sada je utvrđeno, da to bude krajem jeseni. Stručna ekskurzija poslije Kongresa treba da obuhvati obilazak gradilišta na Jadranskoj magistrali.

R. P.

IZLOŽBA SUVREMENE JUGOSLAVENSKE ARHITEKTURE

U Zagrebu je u čast II kongresa arhitekata Jugoslavije (4—6. juna) bila otvorena Izložba suvremene jugoslavenske arhitekture. Na izložbi su prikazana najuspjelija arhitektonska rješenja u našoj zemlji.

Ovaj prikaz je u prvom redu namijenjen upoznavanju inozemtsva s poslijeratnom izgradnjom u Jugoslaviji, jer će izložba biti otvorena i u drugim zemljama.

R. P.

U NEKOLIKO REDAKA...

RIJEKA — u kanjonu Rječine započeli su radovi na probijanju mašinske hale buduće HE »Rijeka«, te pripremni radovi za evakuaciju vode Rječine oko gradilišta brane kod Grahova. Nova He trebala bi da počne radom u drugoj polovini 1966, a proizvodit će oko 140 milijuna KWh električne energije godišnje.

SVETOZAREVO — u obližnjem Rekavcu, Fabrika kablova dovršava izgradnju industrijske radionice za proizvodnju provodnika i kablova.

LESKOVAC — ovdje se završava izgradnja automatske pekare, a uskoro će početi gradnja jedne klaonice.

KOSTOLAC — ovdje je nedavno počela izgradnja nove TE, jačine 100 megavata.

MOSTAR — počeli su radovi na izgradnji prvih stmabenih objekata u novom naselju »Zelik«, koje će, kad bude završeno, imati oko 4.000 stanovnika. Na prostoru, odobrenom za gradnju, bit će 50% individualnih zgrada, a 50% će zapremati veći broz nebodera, sportski centar i dr.

KRUŠEVAC — proizvodi ovdašnje fakrike mašina »14 oktobar« namijenjeni su dobrim dijelom našem građevinarstvu. Ove mašine imaju univerzalnu mogućnost i sposobnost da se koriste preko cijele godine, bez obzira na sezonu. Najvažnije su: univerzalni bageri tipa UB-1, UB-0,5 i UB-3, motorni valjci tipa MV-6T i MV-12T, betonska miješalica tipa BM-300, vibracioni nabijači s dizel motorom od 7 KS i građevinski ježevi.

U ZAPADNOJ BAČKOJ — završeni su radovi na četiri zaključne dionice glavne magistrale kanala DUNAV—TISA—DUNAV, ukupne dužine 30 km. Prilikom gradnje ovog dijela kanala, od Sombora, Prigrevice, Doroslava i Srpskog Miletića do Odžaka, iskopano je oko 5,5 milijuna m³ zemlje.

ĐERDAP — ovdje su počeli radovi na modernizaciji puta Negotin — Kladovo — S'p, u dužini 66 km, kojim će se transportirati najveći dio materijala za gradnju budućeg hidroenergetskog i plovidbenog sistema. Za modernizaciju puta utrošit će se 2 milijarde, a radovi će biti dovršeni sredinom 1965.

BEOGRAD — u Fabrici građevinskih elemenata u Batanjici, nedavno je puštena u pogon još jedna peć za proizvodnju opeke.

SKOPJE — ovdje se privode kraju gradnje dvaju kemijskih kombinata: Elektrokemijskog kombinata »Biljana« i Kombinata za proizvodnju sintetičkih vlakana i proizvoda od acetilena »Naum Naumovski — Borče«.

SVETOZAREVO — ovdje uspješno djeluje Poslovno udruženje pomorskih građevinskih poduzeća — »Pomgrap«.

LJUBLJANA — na inicijativu Stalne konferencije gradova SFRJ, ovdje je nedavno održan sastanak stručnjaka na kome su raspravljani problemi izgradnje i korištenja javnih garaža u našim većim gradovima.

ZAGREB — ovdje je 4,5 i 6. juna održan Drugi kongres arhitekata Jugoslavije s temom: »Arhitektura i društvo«. Kroz iznošenje dosadašnjih iskustava, us-

pieha i slabosti arhitektonskog stvaralaštva, data je i analiza uvjeta koji su presudni za izvršenje daljnjih zadataka arhitekata u predstojećoj izgradnji u okviru perspektivnog plana.

IZGRADNJA NOVIH SOLANA započela je u Tivtu (Boka Kotorska) i rudniku soli Tušanj kod Tuzle.

KRAGUJEVAC — radovi na izgradnji prve faze na novoj akumulaciji i slivu Dulenske reke bit će završeni do prvog augusta. Gradski vodovod povjerio je radove građevinskom poduzeću »Ratko Mitrović« iz Čačka. Radi se u tri smjene.

R. P.

Kongresi

MEĐUNARODNI SASTANAK UNESCO-A ZA SEIZMOLOGIJU I ANTISEIZMIČKU TEHNIKU

Pariz od 21. do 30. aprila 1964.

Cjelokupna problematika iz područja seizmologije i antiseizmičkog građenja bila je podijeljena u šest grupa. Za proučavanje pojedinih problema bilo je formiranih i šest komisija (A, B, C, D, E, F). Prije početka rada ovih komisija, održan je plenarni sastanak svih učesnika, na kojem je izabrano predsjedništvo sastanka, predsjedništva pojedinih komisija i usvojen dnevni red i načela organizacije rada ovog sastanka. Poslije zaključka rada komisije, bio je završni plenarni sastanak, na kojem su primljeni zaključci ovog sastanka.

U radu sastanka učestvovalo je 108 delegata iz 39 država, kao i zastupnici međunarodnih udruženja: za atomsku energiju, meteorologiju, telekomunikacije, seizmologiju i fiziku zemlje, saveza naučnih organizacija, astronomskih i geofizičkih službi, geodezije i geofizike i saveza arhitekata.

Cjelokupna problematika je bila grupirana u ovim komisijama:

I komisija — A: Seizmološka opažanja i seizmološki podaci
II komisija — B: Antiseizmičko građenje, mjerenje velikih vibracija
III komisija — C: Seizmička rajonizacija
IV komisija — D: Zaštita od cunami
V komisija — E: Proučavanje učinka potresa na licu mjesta
VI komisija — F: Stručno osposobljavanje kadrova.

Učešće u radu svih komisija nije bilo moguće, jer su dvije a ponekad i tri komisije radile istovremeno u raznim salama.

Autor je učestvovao u cjelokupnom radu komisije B i F, a djelomično i u komisiji C, ukoliko u tom vremenu nije radila koja od prve dvije komisije. Službeni jezici, na koje se simultano prevodilo sve diskusije, bili su engleski, ruski, španjolski i francuski.

Zaključci cjelokupnog sastanka bili su formulirani u jednoj opširnoj rezoluciji. Ovdje ćemo navesti samo glavne zaključke, koji su bili primljeni u komisijama B i F, jer su to pitanja koja najviše interesiraju građevinare.

Komisija B proučavala je ove teme:

Mjerenje vibracija tla i zgrada pod utjecajem zemljotresa

a) Tipizacija akcelerografa i seizmoskopa za velike vibracije
b) Međunarodna mreža akcelerografa i seizmoskopa za velike vibracije
c) Međunarodna suradnja s analizom podataka o velikim vibracijama
d) Skala makroseizmičkog intenziteta.

Propisi za antiseizmičko građenje

a) Osnovna načela antiseizmičkog građenja
b) Postojeći propisi
c) Evolucija propisa, primjena propisa, nadzor nad izvođenjem.

Stambene zgrade u seizmičkim područjima

a) Upotreba lokalnih materijala i lokalnih načina građenja
b) Izbor prikladnih terena za građenje.

Osnovni zaključci po gornjim temama bili su ovi:

U pogledu tipizacije usvojen je izvještaj koji je izradila, još prije ovog sastanka, specijalna komisija Unesco-a, u sastavu: Hudson (USA), predsjednik, Medvedev (SSSR), Unemura (Japan) i Monahov (Unesco). Izvještaj nosi oznaku UNESCO/NS/SEISM/8. U tom izvještaju su određene vlastite periode, brzine i drugi elementi akcelerografa, koji se preporučuju. Komisija preporučuje, da se što više proširi mreža akcelerografa u svim zemljama na trusnim područjima i da se akcelerografi instaliraju na različitim terenima (mekim, tvrdim) i na zgradama. Komisija je nadalje preporučila, da Unesco organizira centralno skupljanje podataka akcelerografa, a da svaka zemlja organizira svoju centralnu stanicu, koja bi sakupljala sve podatke sa svojeg područja i dostavljaja ih Unesco-u, odnosno ustanovi, koju odredi Unesco. Preporučeno je da Unesco pojedinim zainteresiranim državama pruži materijalnu pomoć za nabavu tih akcelerografa.

Antiseizmičko građenje

Komisija preporučuje, da se u okviru Unesco-a ustanovi stalna radna grupa, koja će raditi na pitanjima antiseizmičkog građenja, donošenjem preporuka i instrukcija, koje će se unositi u propise za antiseizmičko građenje pojedinih država.

Usvojen je i izvještaj radne grupe po pitanju propisa za antiseizmičko građenje u sastavu: Hisada (Japan), predsjednik, Desperoux (Francuska), Flores (Čile), Wheeler (USA) i Zavrijev SSSR). U

ovom izvještaju, s oznakom UNESCO/NS/SEISM/6 navode se samo opći principi koje treba uzimati u obzir u propisima za antiseizmičko građenje. Međutim, ti principi su veoma općeg značenja s očiglednom težnjom, da se nađu kompromisni stavovi između različitih, često oprečnih gledišta, po osnovnim pitanjima utjecaja zemljotresa na građevine (dinamičke ili statičke metode, utjecaj nosivog terena u odnosu na krutost zgrade, pitanja dozvoljenih napona itd.). Autor je zastupao mišljenje, da ovi opći principi, baš s obzirom na njihovo kompromisno značenje, nisu dovoljni za praktičnu primjenu. S obzirom na ovo gledište, koje su poduprli i delegati SSSR-a, Grčke i još nekih država, bio je usvojen prijedlog o organizaciji stalne radne grupe po ovom pitanju.

Komisija je preporučila svim državama, da posvete naročito pažnju organizaciji i nadzoru nad građenjem na trusnim područjima, da bi se osigurala odgovarajuća kvaliteta materijala i konstrukcije. Komisija preporučuje, da se s principima antiseizmičkog građenja upoznaju projektanti, arhitekti i urbanisti.

S obzirom da Jugoslavija nije pripremila nikakav materijal za ovaj sastanak, dok su skoro sve druge delegacije dostavile svoje izvještaje, naročito o postojećim propisima, potpisani je napisao na licu mjesta kraći izvještaj o glavnim karakteristikama propisa za antiseizmičku gradnju, koji se sada upotrebljavaju u Jugoslaviji. Taj izvještaj bio je preveden u sve službene jezike i dostavljen svim učesnicima pod oznakom UNESCO/NS/SEISM/REP./19.

Stambena izgradnja na trusnim područjima

Komisija je raspravljala o rezoluciji SSSR-a, s prijedlogom, da se kod stambene izgradnje na trusnim područjima što više upotrebljava sistem montažnog građenja, koji odgovara potresnim opterećenjima dotičnog područja, i o prijedlogu Indije, da se pitanje stambene izgradnje na trusnim područjima tretira odvojeno za industrijski razvijenije zemlje i za zemlje u razvoju.

S obzirom na nedostatak preciznijih podataka za ovu temu, na prijedlog autora bila je usvojena rezolucija da se u okviru Unesco-a formira stalna radna grupa, koja će izraditi detaljnije preporuke za stambenu izgradnju na trusnim područjima, uzimajući u obzir lokalne materijale i načine građenja. Ista komisija bi izradila i analizu postojećih stambenih zgrada na trusnim područjima i proučila mogućnosti za ojačanje tih zgrada kao i eventualnu rekonstrukciju oštećenih zgrada.

Komisija F raspravljala je o ovim tačkama dnevnog reda:

a) Pobuđivanje interesa stanovništva za probleme seizmologije i antiseizmičkog građenja u državama s trusnim područjima
b) Mogućnosti stručnog školovanja u nacionalnom i internacionalnom okviru
c) Zamjena stručnjaka i studenata.

U vezi s tačkom b) bilo je govora o ustanovljavanju dvaju regionalnih instituta, i to jednog u Južnoj Americi a drugog u Južnoj Evropi. Autor je obavijestio komisiju, da postoji zaključak komisije Ujedinjenih nacija, da se organizira takav Institut u Jugoslaviji. U vezi s tim raspravljalo se o Institutu u Južnoj Americi, a za drugi, očigledno postoji još interesenata u Evropi (Grčka, Turska, Italija) i Aziji (Indija), koji su zainteresirani za organizaciju takvog instituta. Njihov utjecaj došao je više do izražaja van sjednica komisije, jer su delegati Turske i Indije zauzimali izvjesne važnije položaje u vodećim organima ovog sastanka. Za formuliranje zaključaka bila je obrazovana potkomisija, u koju su, pored autora, ušli još i delegati Japana, Argentine i Indije. Prilikom rada ove potkomisije, autor je naišao na najizrazitiju podršku od strane delegata Japana. Međutim, formulacija zaključaka po ovom pitanju ostala je otvorena za daljnju obradu ovog problema.

Konačni zaključci rada ove komisije sastoje se u ovom:

Upoznavanje stanovništva s problemima seizmologije i antiseizmičkog građenja

Komisija je preporučila, da se u stručnim školama i univerzitetima uvedu predavanja iz seizmologije i antiseizmičkog građenja; da se pomaže organiziranje sastanaka i kongresa o seizmologiji i antiseizmičkom građenju na nacionalnom, regionalnom i internacionalnom nivou; da se stanovništvo putem televizije, filma i dnevne štampe, upozna s opasnostima i s načinom zaštite od potresa; da se sastavljaju i izdaju knjige, priručnici i brošure, koje služe tim ciljevima.

Nacionalne i internacionalne institucije za stručno školovanje

Preporuča se zainteresiranim državama da pomažu rad postojećih organizacija za stručno školovanje, kao što je Međunarodni institut za antiseizmičko građenje, i druge nacionalne institucije, naročito u zemljama u razvoju; preporučuje se Unesco-u da pomaže organiziranje regionalnih centara za stručno školovanje, uzimajući u obzir jezik i lokalne prilike. Nadalje se preporučuje da Unesco sakupi sve podatke o postojećim institucijama za stručno školovanje na području seizmologije i antiseizmičkog građenja, kao i podatke o svim postojećim publikacijama na tom području.

Zamjena stručnjaka i studenata

Preporučeno je zainteresiranim državama, da u što većem obimu omoguće međusobnu razmjenu stručnjaka i studenata, kako bi se što više uzdigao nivo antiseizmičke tehnike.

Izrada priručnika za antiseizmičko građenje

Preporučeno je da Unesco omogući izradu priručnika, koji bi služili za projektiranje i izvođenje objekata na trusnim područjima.

U Komisiji C raspravljalo se o pitanju uvođenja jednoobrazne skale za potresne intenzitete. Ta skala, koju su izradili Medvedev (SSSR), Karnik (ČSR) i Sponheuer (DDR), u stvari se slaže s postojećom Mercalli—Cancani—Siebergovom skalom.

Protiv uvođenja jednoobrazne skale govorili su mnogi delegati, a naročito delegati Japana, USA, Nove Zelandije, Španije i Južne Amerike, s obzirom na to da te države imaju druge seizmičke skale i svoju seizmičku podjelu, koja je provedena u zakonodavstvu, i tehničkim dokumentacijama tih država. Promjena skale prouzrokovala bi velike teškoće i troškove, a koristila bi samo onima, koji već upotrebljavaju predloženu novu skalu, jer bi tada mogli lakše uspoređivati karakteristike i posljedice potresa u svim državama. Međutim, za dobro antiseizmičko građenje najvažnije je da skala dade potrebne podatke o ubrzanjima i spektrima djelovanja potresa na zgrade, bez obzira na broj stepena i na sam tip skale.

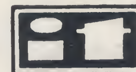
Konačno, bile su primljene kompromisne formulacije zaključaka, prema kojima se nova skala samo preporučuje, a traži se od država, koje imaju svoje vlastite skele, da obave korelaciju svojih skala sa skalom Medvedev, Karnik, Sponheuer, što će omogućiti međusobno uspoređivanje podataka.

Pred završetkom kongresa, Međunarodno udruženje za antiseizmičko građenje priredilo je manji banket, na koji je pozvano samo 10 delegata, i to delegat Japana, SSSR, USA, Jugoslavije, Engleske, Čilea, Kanade, Nove Zelandije, Indije i Francuske (po ragnu sjedišta). Na banketu je raspravljano o predstojećem trećem svjetskom kongresu za antiseizmičko građenje u januaru 1965. u Novoj Zelandiji. Svi prisutni delegati izrazili su želju, da i stručnjaci Jugoslavije učestvuju na ovom kongresu.

Na banketu se također raspravljalo i o mjestu idućeg kongresa u 1968—1969. godini Autor je predlagao, da bi se četvrti kongres održao u Evropi. S obzirom na to, da ne bi bilo moguće bilo šta zaključivati o zemlji koja bi preuzela organizaciju kongresa bez pristanka odnosne vlade, autor je predlagao, da se vladama pojedinih država, koje bi došle u obzir za organizaciju ovog kongresa, postavi pitanje jesu li zainteresirane za organizaciju kongresa, i ujedno da se preciziraju obaveze države u vezi s tom organizacijom. Odlučeno je, da se takvi dopisi pošalju vladama država: Turske, Jugoslavije, Grčke, Italije, Indije, Francuske, Španije i SSSR.

Ing. Sergej Bubnov

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



ODLIKOVANO GRAĐEVINARSTVO SR HRVATSKE ZA OBNOVU SKOPJA

Predsjednik Republike Josip Broz Tito odlikovao je privredne organizacije iz oblasti građevinarstva SR Hrvatske, koje se radile na obnovi Skopja, za zalaganje i postignute uspjehe u radu u izgradnji prigradskih naselja i sanaciji oštećenih zgrada

Odlikovane su ove radne organizacije građevinarstva:

»TEHNOGRADNJA« — Split
»JUGOMONT« — Zagreb
INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE, Zagreb
URBANISTIČKI ZAVOD HRVATSKE, Zagreb
»HIDROTEHNA« — Zagreb
»TEHNIKA« — Zagreb
»VIADUKT« — Zagreb
INŽENJERSKI PROJEKTNI ZAVOD, Zagreb
KOMBINAT »SPAČVA« — Vinkovci
POSLOVNO UDRUŽENJE GRAĐEVNIH PODUZEĆA HRVATSKE — po članovima:
»NOVOGRADNJA« — Zagreb
»UDARNIK« — Zagreb
»INDUSTROGRADNJA« — Zagreb
»DUBAC« — Dubrovnik
»IZGRADNJA« — Šibenik
»ISTRA« — Pula
»KORANA« — Slunj
»NOVOTEHNA« — Karlovac
»ZAGORJE« — Varaždin.
POSLOVNO UDRUŽENJE GRAĐEVNIH PODUZEĆA SREDNJE HRVATSKE, Daruvar
»GRADNJA« — Osijek
»CESTA« — Zagreb.

Nadalje je pojedinačno odlikovano 256 inženjera, tehničara i građevnih radnika iz SR Hrvatske.

M. Jančiković

KOLOKVIJ O SIGURNOSTI GRAĐENJA U STIJENI U SALZBURGU

24. i 25. rujna ove godine održat će austrijska regionalna grupa (u osnutku) Internacionalnog društva za mehaniku stijena u Sazburgu svoj XV kolokvij s glavnom tematikom o sigurnosti građenja u stijeni. Time se ujedno nastavlja s tradicijom geomehaničkih kolokvija bivše Internacionalne radne zajednice za geomehaniku, koja se preobrazila u međunarodno društvo na širokoj osnovici. Organizaciju i upravu kolokvija preuzeo je institut Internationale Versuchsanstalt für Fels (INTERFELS) u Salzburgu, koji je nastao inicija-

tivom salzburške grupe stručnjaka za građenje u stijeni.

Kolokvij ima regionalni karakter, pa je prema tome radni jezik njemački, uz simultani prijevod na engleski. Predavanja i diskusije bit će otštampani u dodatnom svesku časopisa Felsmechanik und Ingenieurgeologie.

Iscrpiv program bit će dostavljen članovima Internacionalnog društva za mehaniku stijena kao i drugim interesentima.

Kotizacija za učesnike kolokvija iznosit će predvidivo austr. šil. 100 a za nečlanove austr. šil. 250.

Sve informacije mogu se dobiti na adresi: INTERFELS, Internationale Versuchsanstalt für Fels G. m. b. H., Salzburg, Schwarzstrasse 27.

Vrijedno je spomenuti da se između austrijske regionalne grupe i jugoslavenskih stručnjaka iz područja građenja u stijeni razvio vrlo intenzivan kontakt, pa su radovi i publikacije naših stručnjaka vrlo zapaženi i cijenjeni i u međunarodnim krugovima iz oblasti mehanike stijena.

Szavits-Nossan

Vijesti s Građevinskog fakulteta

DOPIS UREDNIŠTVU

18. V 1964. održana je XVI redovna sjednica Vijeća Građevinskog fakulteta u Zagrebu.

Sjednici su prisustvovali:

Redovni profesori:

Dr. Ing. Vasilije Andrejev, Ing. Rudolf Broz, Dr Ing. Miroslav Čabrijan, Ing. Miroslav Gjurović, Ing. Jure Erega, Dr Ing. Vladimir Juranović, Dr Ing. Milivoj Petrik; Ing. Stjepan Szavits-Nossan, Ing. Krunoslav Tonković, Dr Vladimir Vranić, Dr Ing. Oto Werner, i Ing. Juraj Zagoda.

Vanredni profesori:

Ing. Zlatko Kostrenčić, Dr Ing. Ervin Nonveiller, Ing Guido Prister, Ing. Juraj Šiprak, i Ing. Mladen Žugaj.

Docenti:

Ing. Eugen Erlih, Ing. Ivan Gulić, Dr Ing. Zlatko Modor, Ing. Radovan Nikšić, i Ing. Danko Runje.

Predavači:

Ing. Josip Klepac.

Asistenti:

Ing. Vlado Domes, Ing. Stanislav Širca, Ing. Aleksandar Kiričenko, Ing. Aleksandar Klemenčić, Ing. Veselin Simović, i Ing. Ivan Stanke.

Odsutni:

Izvanredni profesori:

Ing. Marijan Ivančić.

Docenti:

Dr Ing. Elimir Svetličić.

Predavači:

Ante Marušić.

Dnevni red sjednice imao je nekoliko tačaka, od kojih navodimo samo dvije:

Tačka 6: Izbor dekana za školsku godinu 1964/65. i 1965/66, i

Tačka 7: Prijedlog profesora Broza, Vranića i Gjurovića, da se Dr Ing. Elimir Svetličić, docent na predmetu »Hidraulika« ponovno izabere u istom svojstvu (nastavak drugog čitanja).

Vijeće je pri rješavanju tačke 6. Dnevnog reda izabralo za dekana za školsku godinu 1964/65. i 1965/66. Dr Ing. Vasilija Andrejev.

Kod glasanja po tački 7. Dnevnog reda protiv kandidata glasao je samo Dr Ing. Vasilije Andrejev, a suzdržalo se od glasanja svih 22 prisutna člana Vijeća koji imaju pravo glasa (redovni profesori, izvanredni profesori, docenti, viši predavači).

O naprijed navedenom neka čitaoci donesu zaključak.

Ing. Ivan Milković, predsjednik Savjeta Građevinskog fakulteta u Zagrebu

Pionjär

ŠVEDSKA MAŠINA ZA BUŠENJE I LOMLJENJE STIJENA NA GRADNJI CESTA U RUDNICIMA I POLJOPRIVREDI

PIONJÄR je neobično pokretan. Ugrađeni benzinski motor čini ga neovisnim od kompresora i elektriciteta. Zahvaljujući svojoj maloj težini — čitava oprema teži svega 30 kg — Pionjär je vrlo lako transportirati. Nosi ga se lako na ramenu, a pomoću specijalnih veza (tregera) moguće ga je transportirati kroz najneprohodnije terene.

PIONJÄR je vrlo efektivan. Poslovi koji se inače rade ručno, Pionjärom se mogu obaviti 50 puta brže i više.

PIONJÄR je pouzdan također i za najteže poslove. Građen je od čelika najvišeg švedskog kvaliteta, ima jaki oklop od lakog metala koji štiti važne dijelove mašine. Pionjär radi danas u 70 raznih zemalja neovisno od klime — od tropskih žega do arktičkih hladnoća.

PIONJÄR je svestrana mašina. Za dvije minute možete ju promijeniti od mašine za bušenje na mašinu za lomljenje, i to sve pomoću jednog običnog mašinskog ključa. Čitava dužina radnih alata čini Pionjära upotrebljivim za bušenje, lomljenje asfalta, betona i leda, smrznutog tla, kao i za nabijanje zemlje, razbijanje stijena, polaganje željezničkih pragova itd.

PIONJÄROM je lako rukovati, s njime se može raditi bez ikakvog specijalnog učenja. U izvjesnim zemljama Pionjärom rade ljudi, koji prije nikada nisu vidjeli jednu mašinu.

PIONJÄR se upotrebljava, zahvaljujući svojim prednostima, u vrlo različitim područjima rada, kao npr.: na gradnji cesta i reguliranju tokova vode, zgradarstvu, kamenolomima, lomljenju ruda u rudnicima, ispitivanju tla, te kod gradnje željezničkih pruga i u vojnoj službi.

PIONJÄR znači napredak. Pionjär snizuje troškove investiranja, troškove transporta i troškove održavanja, a unatoč tome ne ide na uštrb učinka rada.

BERGMAN BORR AB



FACK, Solna 1
ZASTUPSTVO ZA JUGOSLAVIJU
UNIKOMERC
Zagreb, 8 Maja broj 33, tel. 24-222, 23-266

